

BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-184600

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl.

F17D 5/00  
F16K 37/00  
F17D 3/00  
// H01L 21/02

(21)Application number : 08-017153

(71)Applicant : CKD CORP

(22)Date of filing : 05.01.1996

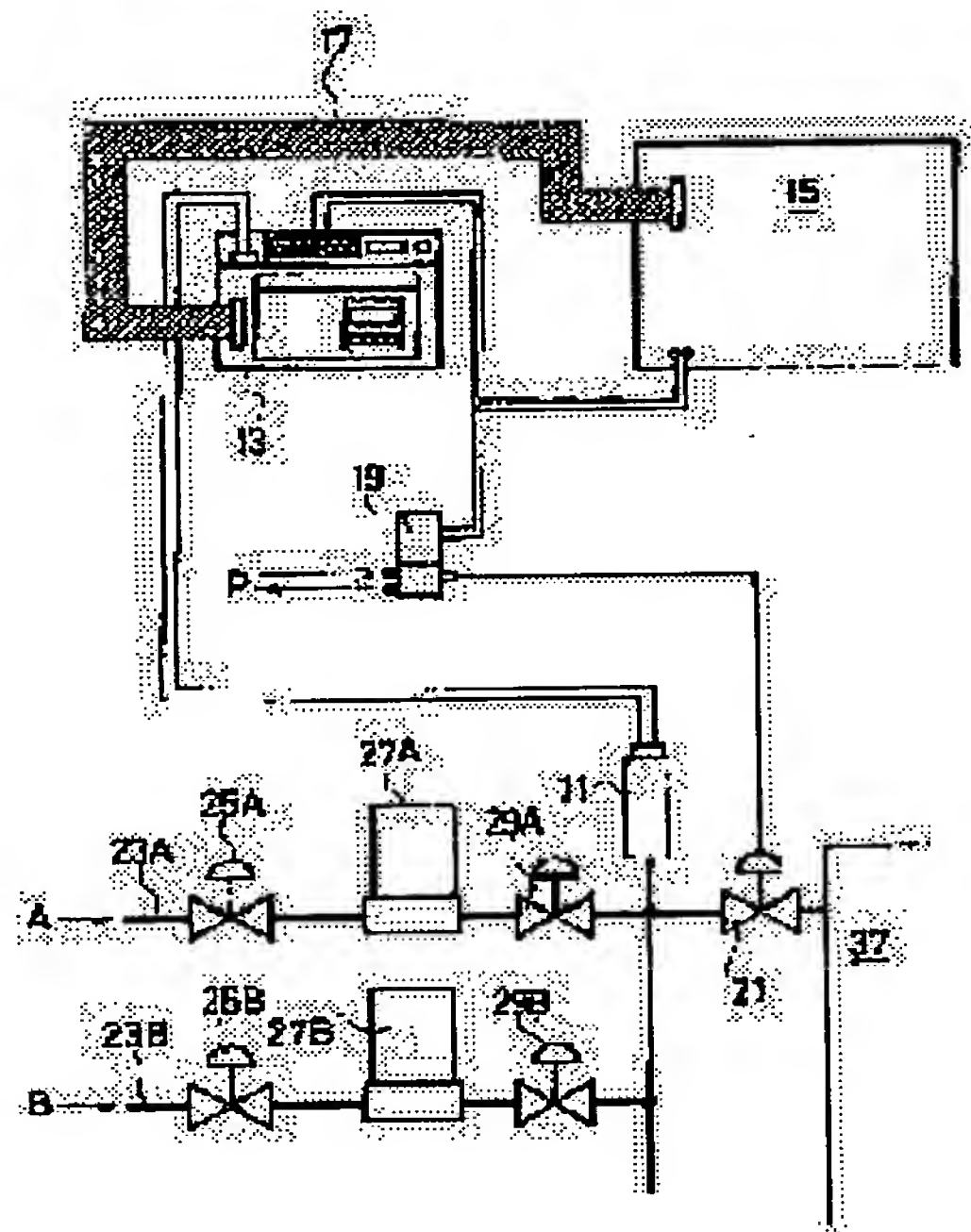
(72)Inventor : HAYASHIMOTO SHIGERU  
KAGOHASHI HIROSHI

## (54) OFFICIAL APPROVAL SYSTEM OF GAS PIPING SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To approve the flow rate of a mass flow controller officially and precisely by using a real process gas.

SOLUTION: In gas lines 23A, 23B, cut off valves 25A, 25B, mass flow controllers 27A, 27B and cut off valves 29A, 29B are provided from an upper stream side respectively and joined and a pressure sensor 11 is installed there and then reach a process chamber 37 through the cut off valve 21. When the cut off valve 21 is closed after exhausting once the installation position of the pressure sensor 11 and the cut off valve 25A is opened, the indication value of the pressure sensor 11 is increased by the flow in of a process gas A and a flow rate is approved officially by the increase speed. The leak from the cut off valve can be approved officially by the change of the indication value of the pressure sensor 11 when the installation position of the pressure sensor 11 is held in an air tight state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3367811

[Date of registration]

08.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the tail end isolation valve of the downstream of the downstream It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said tail end isolation valve, and said 1st isolation valve is opened. Said tail end isolation valve Closing, The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller by measuring the pressure buildup when introducing process gas into the upstream of said tail end isolation valve through said massflow controller with said pressure gage.

[Claim 2] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the 2nd isolation valve of the downstream of the downstream, respectively It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of the tail end isolation valve prepared down-stream from the juncture of each of said gas line, and said tail end isolation valve. Said 1st isolation valve and 2nd isolation valve of a certain gas line are opened. Said tail end isolation valve and said 2nd isolation valve of all other gas lines Closing, When the process gas is introduced into the upstream of said tail end isolation valve through said massflow controller of the gas line The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller of the gas line by measuring \*\*\*\*\* with said pressure gage.

[Claim 3] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the tail end isolation valve of the downstream of the downstream, respectively The vent line which opens the close side location of each of said tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, and the vent isolation valve prepared in this vent line, Said vent line, said each gas line, and the 3rd isolation valve prepared in between, respectively, It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said vent isolation valve, and said 1st isolation valve and 3rd isolation valve of a certain gas line are opened. Said tail end isolation valve, said 3rd isolation valve of all other gas lines, and said vent isolation valve Closing, When the process gas is introduced into the upstream of said vent isolation valve through said massflow controller of the gas line The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller of the gas line by measuring \*\*\*\*\* with said pressure gage.

[Claim 4] The assay system of the gas piping system which samples the indicated value of said manometer with a predetermined time interval, appoints the object range at the absolute value of the correlation coefficient of the sampled data becoming beyond a predetermined value, and is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller with this inclination in quest of an inclination with the least square method about the data of said object within the limits in the assay system of the gas piping system indicated to either claim 1 thru/or claim 3.

[Claim 5] The assay system of the gas piping system characterized by changing flow rate setting

out of said massflow controller so that may measure at the time of mounting of said massflow controller, the result may be memorized as initial value, it may measure again after gas piping system operation in the assay system of the gas piping system indicated to either claim 1 thru/or claim 4 and the gap from said initial value of the result may be compensated.

[Claim 6] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the massflow controller of the downstream It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said massflow controller. The indicated value is sampled with a predetermined time interval, measuring the failure of pressure when exhausting said 1st isolation valve through the closing aforementioned massflow controller with said pressure gage. The object range is appointed at the absolute value of the correlation coefficient of the data sampled by this sampling means becoming beyond a predetermined value. The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller with this inclination in quest of an inclination with the least square method about the data of said object within the limits.

[Claim 7] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the massflow controller of the downstream It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said massflow controller. The failure of pressure when exhausting said 1st isolation valve through the closing aforementioned massflow controller is measured with said pressure gage at the time of mounting of a massflow controller. The assay system of the gas piping system characterized by changing flow rate setting out of said massflow controller so that it may measure again and the gap from said initial value of the result may be compensated after system operation.

[Claim 8] The assay system of the gas piping system characterized by having the test gas line which supplies test gas to the close side location of said massflow controller from the source of test gas, and which can be intercepted in the assay system of the gas piping system indicated to claim 6 or claim 7, and authorizing using test gas.

[Claim 9] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the tail end isolation valve of the downstream The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the leakage of said 1st isolation valve or a tail end isolation valve by change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having the pressure gage which measures the pressure in the location between said 1st isolation valve and tail end isolation valves, and having closed said 1st isolation valve and tail end isolation valve.

[Claim 10] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, respectively It has the tail end isolation valve prepared down-stream from the juncture of each of said gas line, and the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said tail end isolation valve. said every — change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having closed the 1st isolation valve and said tail end isolation valve — said every — the assay system of the gas piping system characterized by authorizing the leakage of either of the 1st isolation valve, or a tail end isolation valve.

[Claim 11] In the system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve and the tail end isolation valve of the downstream, respectively The vent line which opens the close side location of each of said tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, and the vent isolation valve prepared in this vent line, Said vent line, said each gas line, and the 3rd isolation valve prepared in between, respectively, It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said vent isolation valve. By change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having opened said 3rd isolation valve of a certain gas line, and having closed said 1st isolation valve of the gas line and a tail end isolation valve, said 3rd isolation valve of all other gas lines, and said vent isolation valve The assay system of the gas piping system characterized by authorizing the

leakage of said 1st isolation valve of the gas line, or a tail end isolation valve.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the assay system of the gas piping system in which assay of the flow rate precision of a massflow controller and assay of leakage of an isolation valve are possible in the condition of having incorporated into the system at the detail, further about the assay system of a gas piping system used for example, for a semi-conductor manufacturing facility etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the membrane formation equipment in a semi-conductor manufacturing facility, dry etching equipment, etc., strong inflammability gas, such as corrosive gas, such as so-called special material gas, chlorine gas, etc., such as a silane and a phosphine, and hydrogen gas, etc. is used, for example. these gas -- \*\* -- the flow rate must be managed very strictly for the reasons nil why that the flow rate influences the quality of a process directly, the burden of the damage elimination equipment installed in \*\* exhaust air system, and \*\* gas itself are expensive etc. And with at most 500 sccm extent, since the actual quantity of gas flow used in a process is small, it arranges a well-known massflow controller in piping, and he is trying to pass the optimal flow rate for every type of gas and process recipe. Accommodation of applied voltage performs setting out of the flow rate in a massflow controller here.

[0003] By the way, among process gas, also within the property top gas line, especially the charge gas of membrane formation lumber may deposit a solid, and may change flow rate capacity. Since a real flow rate changes even if the relation of the applied voltage and the real flow rate in the massflow controller will naturally change and there will be no change in flow rate setting out, if this change takes place, the stability of a process will be checked. When such [ actually ] change takes place, setting out of applied voltage must be corrected in order to pass a right quantity of gas flow. At this time, the need of authorizing the flow rate of a massflow controller arises. Possibility that a solid deposits in the capillary part in a massflow controller especially as compared with other parts, and the effect of [ at the time of depositing ] are large.

[0004] Although flow rate assay of this massflow controller is fundamentally performed using a film flowmeter, this measurement must be performed by having to remove a part of piping, must attach piping to the condition of a basis again after measurement, and must carry out a leakage check. For this reason, an activity will take time and effort dramatically. Although it is possible to use the vacuum gage with which the process chamber is equipped as an approach (build up method) of performing flow rate assay in the condition [ having constructed piping ], this is also insufficient in respect of a duration or precision.

[0005] What was indicated by JP,7-306084,A is mentioned as a flow rate assay system of the conventional massflow controller which enables such measurement. This system performs flow rate assay with the pressure drawdown rate which lets the massflow controller from the condition that the gas line was filled with the nitrogen gas of place constant pressure pass, using nitrogen gas as gas for measurement. For this reason, in order to supply the nitrogen gas for a purge, the isolation valve and the pressure sensor are formed here using the purge line prepared besides each process gas line. In this system, where the isolation valve of the line of the

massflow controller which it is going to measure is closed, nitrogen gas is introduced from the purge line, and the pressure drawdown rate when closing an isolation valve and emitting nitrogen gas to an exhaust air system is measured.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were the following troubles in said system which measures with different nitrogen gas from process gas.

[0007] First, in said system, the flow characteristics measured with nitrogen gas and the flow characteristics in the actually used process gas are not necessarily in agreement the place which is representing the flow characteristics of a massflow controller with the result of having carried out flow rate assay with nitrogen gas. For this reason, when the real process is being performed, the dependability of assay data may be inadequate. Moreover, although a purge line is indispensable in said system, there are not few where no preparation of a purge line is in the gas system of a semi-conductor production process.

[0008] Furthermore, even if it is the system equipped with the purge line, time amount will be taken to recover the purity of the process gas in a line after that, if nitrogen gas is introduced into a line, and the availability of a system will fall. Usually, it is very as rare as about 1 time per year to purge a gas line actually by this kind of gas system, and on the other hand, since it is necessary to perform flow rate assay of a massflow controller by higher frequency, it will bring a result to which the availability of a system falls for assay.

[0009] moreover, although the pressure drawdown rate is to be measured in said system, a pressure is measured twice actually and inclination is searched for from the difference of the value, and a time interval — \*\*\*\* — it does not pass, but since it is two-point measurement so to speak, precision is low. There were a case where a ripple is in a data acquisition system from a pressure sensor especially, and a case where the measurement result of having separated remarkably was obtained from true value when it is at the measurement event and the noise has ridden. Moreover, even if it turned out that the flow characteristics of a massflow controller have shifted from the initial state as a result of measurement, the operator needed to perform the rehabilitation separately.

[0010] And although many isolation valves were used for this kind of gas system unescapable, in order to authorize that leakage, there are only what can perform only coarse measurement like the Bourdon tube, and a thing which is hard to apply to a system like a helium detector which is working actually, and the approach of detecting efficient and minute leakage did not exist. In the gas system which, on the other hand, treats the special gas like process gas, since it was easy to generate a solid etc. in gas, it was easy to produce the minute leakage by biting the solid, and a problem.

[0011] The assay system of the gas piping system which is made in order that this invention may solve each trouble of said conventional technique, and can perform flow rate assay of a massflow controller in (1) process gas itself is offered, (2) The assay system of the gas piping system which can perform flow rate assay with a high precision is offered, (3) It aims at attaining at least one of offering the assay system of the gas piping system which can compensate this automatically to change of the flow characteristics of a massflow controller, and the offering-assay system of gas piping system which can perform assay of existence [ isolation valves / (4) ] of leakage \*\*s.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Invention concerning claim 1 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the tail end isolation valve of the downstream of the downstream. It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said tail end isolation valve, and said 1st isolation valve is opened. Said tail end isolation valve Closing, It is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller by measuring the pressure buildup when introducing process gas into the upstream of said tail end isolation valve through said massflow controller with said pressure gage. This invention is for attaining the object of the above (1).

[0013] If both the 1st isolation valve and a tail end isolation valve are opened according to this

invention, process gas will be supplied to a process chamber via a gas line from the source of process gas. The quantity of gas flow at this time is in the condition that it is adjusted to the predetermined value by the massflow controller, therefore predetermined processing can be performed in a process chamber.

[0014] When [ both ] carrying out flow rate assay of a massflow controller, the 1st isolation valve and a tail end isolation valve are opened first. At this time, while process gas is supplied from the source of process gas, the down-stream part is open for free passage from the massflow controller to the process chamber. By this kind of gas piping system, the exhaust air pump is formed down-stream at the pan of a process chamber in many cases, and the pressure of the part concerned usually falls even near the vacuum in that case. When the exhaust air pump is not formed, it falls to the atmospheric pressure neighborhood. The pressure is measured by the pressure gage. Next, a tail end isolation valve is closed and the exhaust air by the side of a process chamber is intercepted. Then, since a quantity of gas flow is regulated by the massflow controller, as for the part between a massflow controller and a tail end isolation valve, a pressure rises gradually with process gas. For this reason, since the measurement value of a pressure gage goes up gradually, the flow rate of a massflow controller is authorized by this lifting. The flow rate assay by process gas is made in this way.

[0015] Invention concerning claim 2 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the 2nd isolation valve of the downstream of the downstream, respectively. It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of the tail end isolation valve prepared down-stream from the juncture of each of said gas line, and said tail end isolation valve. Said 1st isolation valve and 2nd isolation valve of a certain gas line are opened. Said tail end isolation valve and said 2nd isolation valve of all other gas lines Closing. It is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller of the gas line by measuring the pressure buildup when introducing the process gas into the upstream of said tail end isolation valve through said massflow controller of the gas line with said pressure gage. This invention is the pipe line handling two or more process gas, and is in what each gas line joins by the upstream from the tail end isolation valve for one pressure gage to attain the object of the above (1).

[0016] If both the 1st isolation valve and tail end isolation valves of a certain gas line are opened according to this invention, that process gas will be supplied to a process chamber via that gas line from that source of process gas. Two or more process gas may be supplied simultaneously. Each quantity of gas flow at this time is in the condition that it is adjusted to the predetermined value by the massflow controller, respectively, therefore predetermined processing can be performed in a process chamber.

[0017] Flow rate assay of a massflow controller determines the gas line (assay line) which authorizes, and where the 2nd isolation valve of all gas lines (non-authorizing line) besides an aperture is closed, it performs the 2nd isolation valve of an assay line. A down-stream part is exhausted from a massflow controller (assay controller) to a process chamber side, opening the 1st isolation valve and tail end isolation valve of an assay line, and supplying process gas to an assay line from the source of process gas first, when [ both ] authorizing. The pressure of the part is measured by the pressure gage. Next, a tail end isolation valve is closed and the pressure of the part between a massflow controller and a tail end isolation valve is raised with process gas. Since a quantity of gas flow is regulated by the massflow controller at this time, a pressure rises gradually and the flow rate of an assay controller is authorized by this lifting. The flow rate assay by process gas is made in this way. Here, since the whole of the 2nd isolation valve of a non-authorizing line is closed, process gas does not advance into other massflow controllers.

[0018] In addition, in invention of claim 1 or claim 2, you may have the vent line which opens the close side location of a tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, and the vent isolation valve prepared in this vent line. And the flow rate assay in this case performs the 1st isolation valve by open Lycium chinense, where the both sides of a tail end isolation valve and a vent isolation valve are closed. And since the various adverse effects within a process chamber may happen when the part of the upstream of a tail end isolation valve has remarkable high



voltage and after assay opens a tail end isolation valve suddenly, it is good to open a vent isolation valve first, to discharge the gas to a vent line, and to lower a pressure.

[0019] Invention concerning claim 3 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, the massflow controller, and the tail end isolation valve of the downstream of the downstream, respectively. The vent line which opens the close style side location of each of said tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, The vent isolation valve prepared in this vent line, and said vent line, said each gas line and the 3rd isolation valve prepared in between, respectively, It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said vent isolation valve, and said 1st isolation valve and 3rd isolation valve of a certain gas line are opened. Said tail end isolation valve, said 3rd isolation valve of all other gas lines, and said vent isolation valve Closing, It is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller of the gas line by measuring the pressure buildup when introducing the process gas into the upstream of said vent isolation valve through said massflow controller of the gas line with said pressure gage. It is the pipe line handling two or more process gas, and this invention is for each gas line to attain the object of the above (1) with one pressure gage in what is independently until it results in a process chamber.

[0020] If both the 1st isolation valve and the tail end isolation valve of a gas line of the gas line which has closed the whole of the 3rd isolation valve according to this invention are opened, that process gas will be supplied to a process chamber via that gas line from that source of process gas. Two or more process gas may be supplied simultaneously. Each quantity of gas flow at this time is in the condition that it is adjusted to the predetermined value by the massflow controller, respectively, therefore predetermined processing can be performed in a process chamber.

[0021] Flow rate assay of a massflow controller determines an assay line, and where the 3rd isolation valve of the non-authorizing lines of all apertures is closed, it performs the 3rd isolation valve of an assay line. Therefore, if it is the processing which the process gas of an assay line does not advance into a non-authorizing line, and can be carried out only with the process gas of a non-authorizing line, it can also carry out in parallel to assay.

[0022] A down-stream part is exhausted from a massflow controller to a vent line, opening the 1st isolation valve and vent isolation valve of an assay line, and introducing process gas into an assay line from the source of process gas first, when [ both ] authorizing. The pressure of the part is measured by the pressure gage. And a vent isolation valve is closed and the pressure between a massflow controller and a vent isolation valve is gradually raised with process gas. The flow rate of a massflow controller is authorized by measuring this pressure buildup with a pressure gage. The flow rate assay by process gas is made in this way. In addition, the same assay is possible even if it uses a tail end isolation valve instead of a vent isolation valve.

[0023] Invention concerning claim 4 is the assay system of the gas piping system indicated to either claim 1 thru/or claim 3, appoints the object range at sampling the indicated value of said manometer with a predetermined time interval, and the absolute value of the correlation coefficient of the sampled data becoming beyond a predetermined value, and is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller with this inclination in quest of an inclination with the least square method about the data of said object within the limits. This invention is for attaining the object of (2) besides the object of the above (1).

[0024] According to this invention, the indicated value of a pressure gage is sampled with the predetermined time interval, among those an inclination is called for by the least square method about the thing of a certain object within the limits. It is determined that the object range becomes beyond a value predetermined in the absolute value of the correlation coefficient of the data of object within the limits. A predetermined value is a value near 1, of course, and the object range is appointed at the linearity over the time-axis of data becoming good by within the limits. The decision procedure of the object range specifically has the following two kinds. The 1st procedure is a procedure of deciding the object range, when the large range which contains before [ from ] pressure-buildup initiation to the termination back first is set up, it narrows the range of one step at a time and the absolute value of a correlation coefficient exceeded the



predetermined value for the first time. The 2nd procedure is a procedure of deciding the range in front of that as object range, when the narrow range of pressure-buildup initiation and termination is first set up mostly in the medium, it extends the range of one step at a time and the absolute value of a correlation coefficient was less than the predetermined value for the first time. If the object range is decided in this way, an inclination will be called for by the least square method and flow rate assay of a massflow controller will be made with this inclination. Therefore, even when a ripple is in a data acquisition system from a manometer, it can authorize with high degree of accuracy. Moreover, even if that on which the noise rode is contained in data, an unusual result does not come out thereby promptly.

[0025] Invention concerning claim 5 is the assay system of the gas piping system indicated to either claim 1 thru/or claim 4, and is characterized by changing flow rate setting out of said massflow controller so that may measure at the time of mounting of said massflow controller, the result may be memorized as initial value, it may measure again after gas piping system operation and the gap from said initial value of the result may be compensated. This invention is for attaining the object of (3) besides the object of the above (1).

[0026] According to this invention, when the time of starting of a gas piping system and a massflow controller are exchanged, measurement is performed first and that result is memorized as initial value. And after a certain amount of period gas piping system works, measurement is performed again. Since the flow characteristics of a massflow controller will be changed when the result has shifted from initial value, the flow rate setting out is changed and a gap is compensated. Therefore, property fluctuation of a massflow controller is compensated automatically and can continue operation of a gas piping system by the right quantity of gas flow. However, since it may have an adverse effect on processing by the process chamber if the gap from initial value continues using the massflow controller which became too much large as it is, when a upper limit is set to a gap and the upper limit is reached, it is desirable to emit an alarm and to make it stop operation of a gas piping system.

[0027] Invention concerning claim 6 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the massflow controller of the downstream. It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said massflow controller. The indicated value is sampled with a predetermined time interval, measuring the failure of pressure when exhausting said 1st isolation valve through the closing aforementioned massflow controller with said pressure gage. The object range is appointed at the absolute value of the correlation coefficient of the data sampled by this sampling means becoming beyond a predetermined value. It is characterized by authorizing the flow rate of said massflow controller with this inclination in quest of an inclination with the least square method about the data of said object within the limits. This invention is for attaining the object of the above (2).

[0028] When carrying out flow rate assay of a massflow controller by this invention, first, the 1st isolation valve is opened and process gas is introduced into a gas line from the source of process gas. Since a quantity of gas flow is regulated by the massflow controller at this time, the part between the 1st isolation valve and a massflow controller will be maintained at a supply pressure from the source of process gas among gas lines, and the gas of the regulation flow rate of a massflow controller will be in the steady state which flows to a process chamber side. And if the 1st isolation valve is closed and supply of process gas is severed, the pressure of the part concerned will fall gradually. Lowering of this pressure shows the flow rate of a massflow controller, and is measured by the pressure gage.

[0029] And the indicated value of a pressure gage is sampled with the predetermined time interval, among those an inclination is called for by the least square method about the thing of a certain object within the limits. It is determined that the object range becomes beyond a value predetermined in the absolute value of the correlation coefficient of the data of object within the limits. A predetermined value is a value near 1, of course, and the object range is appointed at the linearity over the time-axis of data becoming good by within the limits. The decision procedure of the object range specifically has the following two kinds. The 1st procedure is a procedure of deciding the object range, when the large range which contains before [ from ]

failure-of-pressure initiation to the termination back first is set up, it narrows the range of one step at a time and the absolute value of a correlation coefficient exceeded the predetermined value for the first time. The 2nd procedure is a procedure of deciding the range in front of that as object range, when the narrow range of failure-of-pressure initiation and termination is first set up mostly in the medium, it extends the range of one step at a time and the absolute value of a correlation coefficient was less than the predetermined value for the first time. If the object range is decided in this way, an inclination will be called for by the least square method and flow rate assay of a massflow controller will be made with this inclination. Therefore, even when a ripple is in a data acquisition system from a manometer, it can authorize with high degree of accuracy. Moreover, even if that on which the noise rode is contained in data, an unusual result does not come out thereby promptly.

[0030] Invention concerning claim 7 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the massflow controller of the downstream. It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said massflow controller. The failure of pressure when exhausting said 1st isolation valve through the closing aforementioned massflow controller is measured with said pressure gage at the time of mounting of a massflow controller. It is characterized by changing flow rate setting out of said massflow controller so that it may measure again and the gap from said initial value of the result may be compensated after system operation. This invention is for attaining the object of the above (3). In addition, you may combine with invention of claim 6.

[0031] According to this invention, when the time of starting of a gas piping system and a massflow controller are exchanged, measurement is performed first and that result is memorized as initial value. And after a certain amount of period gas piping system works, measurement is performed again. Since the flow characteristics of a massflow controller will be changed when the result has shifted from initial value, the flow rate setting out is changed and a gap is compensated. Therefore, property fluctuation of a massflow controller is compensated automatically and can continue operation of a gas piping system by the right quantity of gas flow. However, since it may have an adverse effect on processing by the process chamber if the gap from initial value continues using the massflow controller which became too much large as it is, when a upper limit is set to a gap and the upper limit is reached, it is desirable to emit an alarm and to make it stop operation of a gas piping system.

[0032] Invention concerning claim 8 is the assay system of the gas piping system indicated to claim 6 or claim 7, is equipped with the test gas line which supplies test gas to the close side location of said massflow controller from the source of test gas and which can be intercepted, and is characterized by authorizing using test gas. This invention is for attaining the above (2) or the object of (3) in the pipe line authorized using test gas.

[0033] When carrying out flow rate assay of a massflow controller by this invention, it changes into the condition of having closed the 1st isolation valve, instead of introducing process gas, and test gas is first introduced into a gas line from a test gas line. Since a quantity of gas flow is regulated by the massflow controller at this time, the part between the 1st isolation valve and a massflow controller will be maintained at a supply pressure from a test gas line among gas lines, and the test gas of the regulation flow rate of a massflow controller will be in the steady state which flows to a process chamber side. And if supply of test gas is severed, the pressure of the part concerned will fall gradually. Lowering of this pressure shows the flow rate of a massflow controller, and is measured by the pressure gage. Flow rate assay of a massflow controller is made like [ in the case of claim 6 or claim 7 ] by this measurement value. In addition, it is the semantics of gas other than the process gas supplied from the source of process gas which is called "test gas" here, and it can apply to this what is generally prepared as purge gas (N2 etc.).

[0034] Invention concerning claim 9 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from the source of process gas via the gas line equipped with the 1st isolation valve and the tail end isolation valve of the downstream. It has the pressure gage which measures the pressure in the location between said 1st isolation valve and tail end isolation valves, and is characterized by authorizing the leakage of said 1st isolation

valve or a tail end isolation valve by change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having closed said 1st isolation valve and tail end isolation valve. This invention is for attaining the object of the above (4).

[0035] When carrying out leakage assay of the 1st isolation valve by this invention, first, closing and a tail end isolation valve are opened for the 1st isolation valve, and the process gas of the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve is exhausted to a process chamber side among gas lines. Thereby, the pressure of the part concerned falls to the atmospheric pressure neighborhood, if the exhaust air pump is formed in the lower stream of a river of a process chamber, it falls even near the vacuum and the exhaust air pump is not formed. The pressure is measured by the pressure gage. Next, a tail end isolation valve is closed, the part concerned is changed into a low-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in the 1st isolation valve, but when lifting is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in the 1st isolation valve.

[0036] When carrying out leakage assay of a tail end isolation valve, first, closing and the 1st isolation valve are opened for a tail end isolation valve, and process gas is introduced into the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve from the source of process gas among gas lines. Thereby, the pressure of the part concerned rises to the supply pressure of process gas. The pressure is measured by the pressure gage. Next, the 1st isolation valve is closed, the part concerned is changed into a high-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in a tail end isolation valve, but when descent is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in the tail end isolation valve.

[0037] In this invention, the massflow controller may be formed between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve, and since the quantity of gas flow by the leakage of the 1st isolation valve or a tail end isolation valve is farther [ than the flow rate regulated with a massflow controller ] small, leakage assay is not influenced. Therefore, the upstream or the downstream is more sufficient as the location of a massflow controller than a pressure gage. It is good for it to be possible and also make flow rate assay of a massflow controller combining invention concerning claim 1, when a massflow controller is formed in the upstream from a pressure gage. In that case, assay like [ in the case of claim 4 or claim 5 ] may be performed. It is good for it to be possible and also make flow rate assay of a massflow controller combining invention concerning claim 6 or claim 7, when a massflow controller is formed in the downstream from a pressure gage. In that case, a test gas line may be prepared like claim 8.

[0038] Invention concerning claim 10 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve, respectively. It has the tail end isolation valve prepared down-stream from the juncture of each of said gas line, and the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said tail end isolation valve. It is characterized by authorizing the leakage of either of said each 1st isolation valve, or a tail end isolation valve by change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having closed said each 1st isolation valve and said tail end isolation valve. This invention is the pipe line handling two or more process gas, and is in what each gas line joins by the upstream from the tail end isolation valve for one pressure gage to attain the object of the above (4).

[0039] When carrying out leakage assay of the 1st isolation valve by this invention, first, closing and a tail end isolation valve are opened for the 1st isolation valve of all gas lines, and the process gas of the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve is exhausted to a process chamber side among each gas line. Thereby, the pressure of the part concerned falls to the atmospheric pressure neighborhood near the vacuum. The pressure is measured by the pressure gage. Next, a tail end isolation valve is closed, the part concerned is changed into a low-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in all of each 1st isolation valve, but when lifting is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen or more in any one of each 1st isolation valve.



[0040] When carrying out leakage assay of a tail end isolation valve, first, an aperture, a tail end isolation valve, and the 1st isolation valve of all other gas lines are closed for the 1st isolation valve of any one gas line, and process gas is introduced into the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve from the source of process gas of the gas line among each gas line. this time — a gas line with the lowest supply pressure — or it is good to choose the reactant gas line of a low type of gas most. Thereby, the pressure of the part concerned rises to the supply pressure of the process gas. The pressure is measured by the pressure gage. Next, the 1st isolation valve is closed, the part concerned is changed into a high-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in a tail end isolation valve, but when descent is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in the tail end isolation valve.

[0041] In this invention, a massflow controller and the 2nd isolation valve of that downstream may be prepared in the downstream of the 1st isolation valve of each gas line. In that case, combining invention concerning claim 2, it is possible and flow rate assay of a massflow controller is also made, it may be good and assay still like [ in the case of claim 4 or claim 5 ] may be performed.

[0042] In this case, leakage assay of the 1st isolation valve is performed by opening the 2nd isolation valve of each gas line. And if a tail end isolation valve is closed and left where the measuring point of closing and a pressure gage is made [ the 1st isolation valve of each gas line ] into low voltage for the 2nd isolation valve of an aperture, leakage assay of the 2nd isolation valve can be performed. That is, if there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in all of each 2nd isolation valve, but when lifting is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen or more in any one of each 2nd isolation valve.

[0043] Moreover, although there is all no leakage in each 1st isolation valve, when it is judged that there is leakage in either of the 2nd isolation valve, if the 1st isolation valve is opened by a certain gas line, the 1st isolation valve is closed for the 2nd isolation valve by closing and all other gas lines and the existence of the pressure buildup from a low voltage airtight condition is seen for the 2nd isolation valve in the state of [ this ] an aperture, the leakage of the 2nd isolation valve of that gas line can be authorized. That is, if there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in the 2nd isolation valve, but when lifting is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in either of the 2nd isolation valve. It is also the same as when the 1st isolation valve and the 2nd isolation valve are reverse.

[0044] In this invention, you may have further the vent line which opens the close side location of a tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, and the vent isolation valve prepared in this vent line. And the airtight condition for the leakage assay in this case is performed where the both sides of a tail end isolation valve and a vent isolation valve are closed. In addition, after performing leakage assay of a tail end isolation valve or a vent isolation valve in this case, it is good to open a vent isolation valve and to exhaust gas to a vent line.

[0045] Invention concerning claim 11 is a system which authorizes the gas piping system which supplies process gas to a process chamber from two or more sources of process gas via two or more gas lines equipped with the 1st isolation valve and the tail end isolation valve of the downstream, respectively. The vent line which opens the close side location of each of said tail end isolation valve for free passage to an exhaust port, and the vent isolation valve prepared in this vent line, Said vent line, said each gas line, and the 3rd isolation valve prepared in between, respectively, It has the pressure gage which measures the pressure in the close side location of said vent isolation valve. By change of the indicated value of said pressure gage in the condition of having opened said 3rd isolation valve of a certain gas line, and having closed said 1st isolation valve of the gas line and a tail end isolation valve, said 3rd isolation valve of all other gas lines, and said vent isolation valve It is characterized by authorizing the leakage of said 1st isolation valve of the gas line, or a tail end isolation valve. It is the pipe line handling two or more process gas, and this invention is for each gas line to attain the object of the above (4) with one pressure gage in what is independently until it results in a process chamber.

[0046] The leakage assay by this invention determines an assay line, and where the 3rd isolation valve of the non-authorizing lines of all apertures is closed, it performs the 3rd isolation valve of an assay line. Therefore, if it is the processing which the process gas of an assay line does not advance into a non-authorizing line, and can be carried out only with the process gas of a non-authorizing line, it can also carry out in parallel to assay.

[0047] When performing leakage assay of the 1st isolation valve, first, closing and a vent isolation valve are opened for the 1st isolation valve and tail end isolation valve of an assay line, and the process gas of the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve is exhausted among assay lines. Thereby, the pressure of the part concerned falls. The pressure is measured by the pressure gage. Next, a vent isolation valve is closed, the part concerned is changed into a low-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in the 1st isolation valve, but when lifting is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in the 1st isolation valve.

[0048] When carrying out leakage assay of a tail end isolation valve, first, the 1st isolation valve of an assay line is opened, the tail end isolation valve and vent isolation valve of the line are closed, and process gas is introduced into the part between the 1st isolation valve and a tail end isolation valve from the source of process gas of the line among assay lines. Thereby, the pressure of the part concerned rises to the supply pressure of the process gas. The pressure is measured by the pressure gage. Next, the 1st isolation valve is closed, the part concerned is changed into a high-pressure airtight condition, and it is left in the condition. If there is no change in the indicated value of a pressure gage, it will be judged that there is no leakage in the tail end isolation valve, but when descent is looked at by indicated value, it is judged that leakage has arisen in the tail end isolation valve. In addition, after performing this assay, it is good to open a vent isolation valve and to exhaust gas to a vent line.

[0049] In this invention, the massflow controller may be formed in the downstream of the 1st isolation valve of each gas line. In that case, combining invention concerning claim 3, it is possible and flow rate assay of a massflow controller is also made, it may be good and assay still like [ in the case of claim 4 or claim 5 ] may be performed.

[0050]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of the operation which applied the assay system of the gas piping system of this invention to the gas system in a semi-conductor manufacturing facility, and was materialized is explained to a detail, referring to a drawing.

[0051] The gas structure of a system which starts the gestalt of the 1st operation at [gestalt of the 1st operation] drawing 1 is shown. This gas system is a system for supplying process gas A and B to the processing tub 37 via gas lines 23A and 23B. The processing tub 37 is a CVD system, an etching system, etc. which process membrane formation, etching, etc. to a semi-conductor wafer. Process gas has 6 silane ( $\text{SiH}_4$ ), phosphine ( $\text{PH}_3$ ), tungsten, etc. fluoride ( $\text{WF}_6$ ) as an object for CVD, and has chlorine gas ( $\text{Cl}_2$ ), hydrogen bromide gas ( $\text{HBr}$ ), etc. as an object for etching.

[0052] Isolation valves 25A and 25B, massflow controllers 27A and 27B, and isolation valves 29A and 29B are arranged sequentially from the upstream at each gas lines 23A and 23B. Massflow controllers 27A and 27B control the flow of [ each process gas A and B ] here. And it is constructed so that gas lines 23A and 23B may join a manifold 31 by the downstream of isolation valves 29A and 29B and it may result in the processing tub 37, and the isolation valve 21 is arranged also at the manifold 31. It has the solenoid valve 19 which he is trying for an isolation valve 21 to operate by the compressed air P, and performs the feeding-and-discarding actuation.

[0053] Moreover, the pressure sensor 11 and the vent line 33 are formed in the upstream of the isolation valve 21 in a manifold 31. A pressure sensor 11 measures the gas pressure in a manifold 31. A vent line 33 is a thing in order to exhaust excessive process gas, without letting the processing tub 37 pass, and it is equipped with the isolation valve 35. In addition, although not illustrated, an exhaust air pump, damage elimination equipment, etc. are prepared for them of the processing tub 37 or a vent line 33, and after defanging process gas, it discharges.

[0054] And this gas system is equipped with the flow rate monitoring system 13 and the body controller 15 which is that high order equipment as a control system. The body controller 15 is a microcomputer which performs control by the whole gas system, and is constituted combining CPU, well-known ROM, well-known RAM, etc. The above mentioned solenoid valve 19 performs the feeding and discarding to the isolation valve 21 of the compressed air P by the command of this body controller 15. The flow rate monitoring system 13 is for performing flow rate assay of massflow controllers 27A and 27B, and carries out the monitor of the command signal from the body controller 15 besides the detection gas pressure of a pressure sensor 11 to a solenoid valve 19. You may make it output a command signal to a solenoid valve 19 from the flow rate monitoring system 13 instead of the body controller 15. Moreover, it connects with the remote signal line 17, and data transfer has come to be able to do the flow rate monitoring system 13 and the body controller 15 among both.

[0055] Actuation of this gas system is explained. Actuation of this gas system has the flow rate assay of massflow controllers 27A and 27B and the leakage assay of isolation valves 25A, 25B, 29A, 29B, and 21 other than the usual process actuation. The usual process actuation is actuation which processes membrane formation, etching, etc. to a semi-conductor wafer by the processing tub 37. Closing an isolation valve 35, closing the vent line 33, and opening isolation valves 25A, 29A, and 21, and adjusting a quantity of gas flow by massflow controller 27A, if it is processing using process gas A, process gas A is introduced into the processing tub 37 via gas-line 23A and a manifold 31, and predetermined processing is performed. If it is processing using process gas B, gas-line 23B will be processed by introducing process gas B into the deed processing tub 37 in the same actuation. The processing using the both sides of process gas A and B is also possible.

[0056] Next, flow rate assay actuation is explained. Although the case where flow rate assay of massflow controller 27A is performed is explained here, the same is said of flow rate assay of massflow controller 27B.

[0057] When performing flow rate assay actuation, aperture isolation valve 29B is first closed for isolation valve 29A as housekeeping operation. Isolation valve 29B is closed for preventing process gas A advancing into gas-line 23B. And both isolation valve 25A and the isolation valve 35 (or isolation valve 21) are opened. Although process gas A is introduced into gas-line 23A at this time, the pressure of a down-stream part serves as low voltage near a vacuum from massflow controller 27A, and that pressure can be known with the indicated value of a pressure sensor 11.

[0058] And if an isolation valve 35 (or isolation valve 21) is closed, it will go up until the pressure of the part reaches the supply pressure with process gas in the part after massflow controller 27A, since process gas loses a refuge. Since a flow rate is regulated by massflow controller 27A at this time, a pressure rises gradually. The indicated value of a pressure sensor 11 draws a curve as shown this pressure that rises gradually and shown in drawing 7. And the inclination is equivalent to the flow rate of massflow controller 27A.

[0059] The monitor of the indicated value of a pressure sensor 11 is carried out by the flow rate monitoring system 13. This flow rate monitoring system 13 has sampled pressure data with the time interval of 0.1msec extent (refer to drawing 9). And assay is performed among the graphs of drawing 9 by calculating dip with the least square method about the range with sufficient linearity. The range set as the object of dip calculation is shown in drawing 9 in "the range which asks for r."

[0060] The decision of the range concerned is explained. Immediately after pressure-buildup initiation should not be included in the range concerned as well as including neither pressure-buildup initiation before nor the termination back. It is because a flow rate is not stabilized immediately after opening isolation valve 25A. Moreover, it is better for assay precision to take as large the range as possible, as long as linearity is good.

[0061] The decision of the range is made with a correlation coefficient and there are two kinds of procedures. The 1st procedure sets up temporarily the large range which also contains pressure-buildup initiation before and the termination back first, narrows the range of one step at a time, and asks for a correlation coefficient about data within the limits each time. Since



linearity is not good while the range is wide, a correlation coefficient is a value far from 1, but the correlation coefficient rises little by little as the range is narrowed. And if a correlation coefficient exceeds the predetermined value (for example, 0.95) defined beforehand for the first time, it will decide as object range of dip calculation of the range at that time. The 2nd procedure sets the very narrow range as reverse temporarily near the medium of pressure-buildup initiation and termination at first, and extends the range of one step at a time. Since linearity is good while the range is narrow, a correlation coefficient is a value very near 1, but the correlation coefficient falls little by little as the range is extended. And if a correlation coefficient is less than said predetermined value for the first time, it will decide as object range of dip calculation of the range in front of that. In this way, the range in which linearity is good and as large as possible is determined.

[0062] If the range is decided, dip will be computed by the least square method about the data within the limits of it. And assay is performed by the computed dip. It is authorized by specifically comparing the computed dip with an early value. That is, according to this pipe line, since it is to carry out flow rate assay as mentioned above immediately after the assembly of the pipe line, and exchange of a massflow controller, to call for the dip at the time of the new article of a massflow controller, and to be recorded as initial value, it compares with this. If dip is not changing compared with initial value, since change will be seen by the flow characteristics of a massflow controller, operation of a process may be continued as it is, without changing setting out especially. Since fluctuation will have arisen in the flow characteristics of a massflow controller when dip is changing compared with initial value, setting out of actuation of a massflow controller must be changed so that the fluctuation may be offset. It is because predetermined quality will not be acquired if a real process is carried out while the flow rate of process gas had shifted from the aim.

[0063] The graph of drawing 10 and drawing 11 explains the precision of assay by this assay system. Drawing 10 is the graph which contrasted the measurement result by this assay system, and the result calculated from the measured value of a film flowmeter about the case where flow rate change takes place to the massflow controller whose setting-out flow rate is 50sccm(s). By drawing 10, both are very well in agreement and it is shown that the assay precision by this assay system is high. Drawing 11 performs measurement same about the massflow controller whose setting-out flow rate is 1000sccm(s), and the result which excelled also here is shown.

[0064] And when the flow rate of massflow controller 27A has change, he is trying to adjust a driving signal further, with the gestalt of this operation, so that the change may be offset. That is, when it becomes clear that the flow rate of massflow controller 27A is decreasing 5% from initial value, for example as a result of assay, the driving signal from the body controller 15 is made to change so that the flow rate may be made to increase by 5%. The block diagram of drawing 12 explains an exchange of the signal in this case. if fluctuation of a flow rate is discovered by assay, that, the amount of fluctuation, and the sense (an increase -- is it a decrease?) of fluctuation will be transmitted to the body controller 15 from the flow rate monitoring system 13 (a in drawing 12). Therefore, after it, the body controller 15 readjusts the driving signal to massflow controller 27A so that the change may be negated, and it enables it to carry out a real process by the original setting-out flow rate (b in drawing 12). Depending on the configuration of a control system, massflow controller 27A may be controlled directly with the flow rate monitoring system 13, and the same thing may be performed (c in drawing 12).

[0065] However, since there is a possibility that massflow controller 27A may generate particle and may have an adverse effect on the real process in the process chamber 37 when the fluctuation from the initial value of a flow rate becomes too much large, when the upper limit in the amount of fluctuation is prepared and this is exceeded, it is desirable to emit a certain alarm and to make it stop a system.

[0066] Although the above is flow rate assay, since the interior of a manifold 31 has high voltage so that it may see in drawing 7 and the graph of 9, after assay is good to open an isolation valve 35, before performing next actuation, and to discharge gas to a vent-line 33 side. It is because high-pressure gas will blow in into the process chamber 37 and internal stress, winding up of dust, etc. will take place, if an isolation valve 21 is opened suddenly.

[0067] Next, actuation of leakage assay is explained. There are leakage assay of an isolation valve 21, leakage assay of isolation valves 25A and 25B, and leakage assay of isolation valves 29A and 29B as leakage assay by this system.

[0068] Leakage assay of an isolation valve 21 is explained first. Both closing and the isolation valves 25A and 29A are first opened for an isolation valve 21 and an isolation valve 35 as housekeeping operation, and process gas A is introduced into a manifold 31. Isolation valve 29B closes at this time. Moreover, massflow controller 27A is changed into the full admission condition. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 rises even to the supply pressure of process gas A. If indicated value fully rises, isolation valve 29A will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the high-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of an isolation valve 21 will be authorized by the existence of lowering of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0069] That is, when it is judged that there is no leakage in an isolation valve 21 when there is no lowering in indicated value, and indicated value has lowering, gas is judged that leakage is in the isolation valve 21 which should be escaped that is, closed to the process chamber 37 side through an isolation valve 21. Strictly, the cause of lowering of indicated value may not be an isolation valve 21, and may be the leakage of an isolation valve 35 here. However, the isolation valve 35 prepared on the vent line 33 is compared with the isolation valve 21 prepared in the inlet port of the process chamber 37, its switching frequency at the time of real process operation is remarkably low, and its possibility that leakage will arise is also that much low. In addition, since the interior of a manifold 31 has high voltage after carrying out this assay, it is good to open an isolation valve 35, before performing next actuation, and to discharge gas to a vent-line 33 side.

[0070] Then, leakage assay of isolation valves 25A and 25B is explained. Both closing and isolation valves 29A and 29B of both are first opened for isolation valves 25A and 25B as housekeeping operation. Moreover, both the massflow controllers 27A and 27B are changed into the full admission condition. And an isolation valve 21 or an isolation valve 35 is opened, and the residual gas in each gas lines 23A and 23B and a manifold 31 is exhausted. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 falls to the low voltage near a vacuum. If indicated value is stabilized, both the isolation valve 21 and the isolation valve 35 will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the low-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valves 25A and 25B will be authorized by the existence of lifting of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0071] That is, when it is judged that there is no leakage in all of isolation valves 25A and 25B when there is no lifting in indicated value, and indicated value has lifting, through either or the both sides of isolation valves 25A and 25B, process gas advanced, that is, is judged that either or the both sides of isolation valves 25A and 25B which should have closed has leakage. In addition, although the process gas which advanced from either or the both sides of isolation valves 25A and 25B reaches the measurement location of a pressure sensor 11 via massflow controllers 27A and 27B, since both the massflow controllers 27A and 27B are made into the full admission condition, there is especially no problem.

[0072] Then, leakage assay of isolation valves 29A and 29B is explained. Both aperture and isolation valves 29A and 29B of both are first closed for isolation valves 25A and 25B as housekeeping operation. Moreover, both the massflow controllers 27A and 27B are changed into the full admission condition. And an isolation valve 21 or an isolation valve 35 is opened, and the residual gas in a manifold 31 is exhausted. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 falls to the low voltage near a vacuum. If indicated value fully falls, both the isolation valve 21 and the isolation valve 35 will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the low-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valves 29A and 29B will be authorized by the existence of lifting of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0073] That is, when it is judged that there is no leakage in all of isolation valves 29A and 29B when there is no lifting in indicated value, and indicated value has lifting, through either or the both sides of isolation valves 29A and 29B, process gas advanced, that is, is judged that either or the both sides of isolation valves 29A and 29B which should have closed has leakage. In addition, although the process gas which advanced from either or the both sides of isolation valves 29A and 29B goes via massflow controllers 27A and 27B, since both the massflow controllers 27A and 27B are made into the full admission condition, there is especially no problem.

[0074] when leakage assay of the above-mentioned isolation valves 25A and 25B or leakage assay of isolation valves 29A and 29B is also judged that there is leakage, it is any of two isolation valves (A, B) that there is leakage — or you are both sides — so much — coming out — it cannot specify. However, if the existence of lifting of the indicated value of the pressure sensor 11 is similarly seen where closing and isolation valves 25B and 29A are opened for isolation valves 25A and 29B when it is judged that there is leakage in isolation valves 29A and 29B to either or both sides, although there is all no leakage in isolation valves 25A and 25B, the existence [ B / isolation valve 29 ] of leakage can be checked. If (A, B) are made into reverse, the existence [ A / isolation valve 29 ] of leakage can be checked. Although there is all no leakage in isolation valves 29A and 29B, also when it is judged that there is leakage in isolation valves 25A and 25B to either or both sides, the valve which has leakage similarly can be checked.

[0075] Since a pressure sensor 11 is formed and it was made to carry out the monitor of the pressure of the location to the close side of the isolation valve 21 of the manifold 31 which made each gas lines 23A and 23B join in the gas system concerning the gestalt of this operation as explained to the detail above, flow rate assay can be performed for every massflow controller with one pressure sensor by measuring the pressure buildup of the gas supplied through each massflow controller.

[0076] And since dip is calculated with the least square method and it authorizes in as large the range in which the indicated value of a pressure sensor 11 is sampled with the flow rate monitoring system 13, and a correlation coefficient becomes beyond a predetermined value as possible, as compared with a system which is authorized by two-point measurement, assay precision is remarkably high. A case as a ripple is in the indicated value of a pressure sensor 11 especially, and also when there is a noise, highly precise assay can be performed. Moreover, since the driving signal from the body controller 15 or the flow rate monitoring system 13 to each massflow controller was adjusted as compared with the initial value which measured the computed dip beforehand so that the fluctuation might be offset when there was fluctuation, fluctuation of the flow characteristics of a massflow controller can be amended automatically, and it can continue a real process by the right quantity of gas flow.

[0077] Moreover, since it was made to carry out leakage assay of each isolation valve by fluctuation of the indicated value when changing the attaching position of a pressure sensor 11 into a high-pressure or low-pressure airtight condition, and leaving it, minute leakage is far detectable with high degree of accuracy from measurement by the Bourdon tube. Moreover, a leak rate is also computable if the piping volume of the part made into an airtight condition is known. Moreover, it can constitute from it cheaply, without requiring connection of piping special for leakage assay unlike a helium leak detector. Moreover, since the vent line 33 is formed, even if the part of a manifold 31 becomes high voltage by assay, it can discharge, without passing high pressure gas to the process chamber 37.

[0078] In addition, since the gestalt of this operation does not limit this invention, in addition to each isolation valve shown all over drawing, a massflow controller, a pressure sensor, etc., other units etc. may be added further if needed. Moreover, it does not bar adding the purge line which supplies purge gas to the close side location of each massflow controller etc. Moreover, even if it makes it a configuration like drawing 2 which omitted the vent line 33, it is uninfluential to the various assay function itself.

[0079] The gas structure of a system which starts the gestalt of the 2nd operation at [gestalt of the 2nd operation] drawing 3 is shown. Although this gas system differs from the thing of the



'gestalt' of the 1st operation in that it has resulted in the process chamber 37 while each gas lines 23A and 23B had become independent, it is profile identitas except it. Then, if it extracts and explains in a point of difference, isolation valves 21A and 21B are formed in each gas lines 23A and 23B, respectively. Moreover, there are no isolation valves 29A and 29B just behind massflow controllers 27A and 27B, and isolation valves 39A and 39B are instead formed in the connection part of each gas lines 23A and 23B and a vent line 33, respectively. and the attaching position of a pressure sensor 11 — the isolation valve 35 of a vent line 33 — it considers as the upstream immediately. In addition, although a graphic display is omitted, the control system of the body controller 15 and flow rate monitoring system 13 grade is the same.

[0080] Actuation of this gas system is explained. The flow rate assay of massflow controllers 27A and 27B and the leakage assay of isolation valves 25A, 25B, 21A, and 21B other than the usual process actuation are possible also for this gas system. Adjusting [ the usual process actuation closes isolation valves 39A and 39B, if it is processing using process gas A, it will open isolation valves 25A and 21A, and ] a quantity of gas flow by massflow controller 27A, it introduces process gas A into the processing tub 37 via gas-line 23A, and performs predetermined processing. If it is processing using process gas B, gas-line 23B will be processed by introducing process gas B into the deed processing tub 37 in the same actuation. The processing using the both sides of process gas A and B is also possible.

[0081] Next, flow rate assay actuation is explained. Although the case where flow rate assay of massflow controller 27A is performed is explained here, the same is said of flow rate assay of massflow controller 27B.

[0082] When performing flow rate assay actuation, aperture isolation valve 39B is first closed for isolation valve 39A as housekeeping operation. Isolation valve 39A is opened, because gas-line 23A is made to open the attaching position of a pressure sensor 11 for free passage and the pressure in the close side location of isolation valve 21A can be measured. Isolation valve 39B is closed for preventing process gas A advancing into gas-line 23B. And both isolation valve 25A and the isolation valve 35 (or isolation valve 21A) are opened. In this condition, while process gas A is introduced into gas-line 23A, the part after massflow controller 27A serves as low voltage near a vacuum, and can know that pressure with the indicated value of a pressure sensor 11.

[0083] And if an isolation valve 35 (or isolation valve 21A) is closed, it will go up until the pressure of the part reaches the supply pressure with process gas in the part after massflow controller 27A, since process gas loses a refuge. Since a flow rate is regulated by massflow controller 27A at this time, a pressure rises gradually. Since the indicated value of a pressure sensor 11 shows this pressure that rises gradually, a graph like drawing 7 is obtained like the case of the gestalt of the 1st operation, and flow rate assay of massflow controller 27A is made by that dip. In addition, since the interior of gas-line 23A has high voltage after carrying out this assay, it is good to open an isolation valve 35, before performing next actuation, and to discharge gas to a vent-line 33 side.

[0084] The detail of the assay is the same and performs the data sampling by the flow rate monitoring system 13, range decision and dip calculation ( drawing 9 ) by the least square method, comparison with initial value, and automatic amendment ( drawing 12 ) as the gestalt of the 1st operation explained.

[0085] Next, leakage assay is explained. Leakage assay by this system is independently performed by gas lines 23A and 23B. Although the case where leakage assay of gas-line 23A is performed is explained here, the same is said of leakage assay of gas-line 23B. And it carries out by there being leakage assay of isolation valve 21A and leakage assay of isolation valve 25A as leakage assay of gas-line 23A, and all opening isolation valve 39A, and making gas-line 23A and a vent line 33 open for free passage, and closing isolation valve 39B, and separating gas-line 23B and a vent line 33.

[0086] Leakage assay of isolation valve 21A is explained first. Closing and isolation valve 25A is first opened for isolation valve 21A and an isolation valve 35 as housekeeping operation, and process gas A is introduced into gas-line 23A. Moreover, massflow controller 27A is changed into the full admission condition. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 rises even to the supply pressure of process gas A. If indicated value fully rises, isolation valve 25A will be

closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the high-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 21A will be authorized by the existence of lowering of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0087] That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 21A when there is no lowering in indicated value, and indicated value has lowering, gas is judged that leakage is in isolation valve 21A which should be escaped that is, closed to the process chamber 37 side through isolation valve 21A. Strictly, the cause of lowering of indicated value may not be an isolation valve 21, and may be the leakage of an isolation valve 35 or isolation valve 39B here. However, the isolation valve 35 prepared on the vent line 33 and isolation valve 39B compare with isolation valve 21A prepared in the inlet port of the process chamber 37, its switching frequency at the time of real process operation is remarkably low, and its possibility that leakage will arise is also that much low. In addition, since the interior of gas-line 23A has high voltage after carrying out this assay, it is good to open an isolation valve 35, before performing next actuation, and to discharge gas to a vent-line 33 side.

[0088] Then, leakage assay of isolation valve 25A is explained. Closing and isolation valve 21A or an isolation valve 35 is first opened for isolation valve 25A as housekeeping operation, and the residual gas in gas-line 23A is exhausted. Moreover, massflow controller 27A is changed into the full admission condition. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 falls to the low voltage near a vacuum. If indicated value is stabilized, both isolation valve 21A and the isolation valve 35 will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the low-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 25A will be authorized by the existence of lifting of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0089] That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 25A when there is no lifting in indicated value, and indicated value has lifting, through isolation valve 25A, process gas advanced, that is, is judged that leakage is in isolation valve 25A which should be closed. Strictly, the cause of lifting of indicated value may not be isolation valve 25A, and may be the leakage of isolation valve 39B here. However, isolation valve 39B prepared on the vent line 33 compares with isolation valve 25A prepared on the line of process gas, its switching frequency at the time of real process operation is remarkably low, and its possibility that leakage will arise is also that much low. In addition, although the process gas which advanced from isolation valve 25A reaches the measurement location of a pressure sensor 11 via massflow controller 27A, since massflow controller 27A is made into the full admission condition, there is especially no problem.

[0090] Since a pressure sensor 11 is formed in the gas system concerning the gestalt of this operation on the vent line 33 which is open for free passage in the close side location of the isolation valves 21A and 21B of each gas lines 23A and 23B and it was made to carry out the monitor of the pressure of the location as explained to the detail above, flow rate assay can be performed for every massflow controller with one pressure sensor by measuring the pressure buildup of the gas supplied through each massflow controller. And since the indicated value of the pressure sensor 11 is sampled with the flow rate monitoring system 13 like the case of the gestalt of the 1st operation and it authorizes using technique, such as the least square method, highly precise assay can be performed, and fluctuation of the flow characteristics of a massflow controller can be amended automatically, and it can continue a real process by the right quantity of gas flow.

[0091] Moreover, since it was made to carry out leakage assay of each isolation valve by fluctuation of the indicated value when changing the attaching position of a pressure sensor 11 into a high-pressure or low-pressure airtight condition, and leaving it, leakage assay can be performed with high precision and simply like the case of the gestalt of the 1st operation. Since leakage assay can be especially performed independently for every gas line, an isolation valve with leakage can always be specified.

[0092] Furthermore, since it is made where the gas line which also authorizes flow rate assay and leakage assay, and other gas lines are separated, even while carrying out a certain assay by a certain gas line, the usual operation is possible for other gas lines. Therefore, if it is the real

process which can be carried out only with the process gas of other gas lines, it can carry out in parallel to assay. Moreover, since the vent line 33 is formed, even if the interior of a gas line becomes high voltage by assay, it can discharge, without passing high pressure gas to the process chamber 37.

[0093] In addition, since the gestalt of this operation does not limit this invention, in addition to each isolation valve shown all over drawing, a massflow controller, a pressure sensor, etc., other units etc. may be added further if needed. Moreover, it does not bar adding the purge line which supplies purge gas to the close side location of each massflow controller etc.

[0094] The gas structure of a system which starts the gestalt of the 3rd operation at [gestalt of the 3rd operation] drawing 4 is shown. Although this gas system is the same as that of the thing of the gestalt of the 2nd operation at the point of having resulted in the process chamber 37 while each gas lines 23A and 23B had become independent, it is different in that there is no vent line 33 and the purge line 41 is formed instead. The purge line 41 is N<sub>2</sub> which is purge gas at the close side of the massflow controllers 27A and 27B in each gas lines 23A and 23B. It is the line to supply and the isolation valve 43 is formed. Moreover, isolation valves 45A and 45B are formed in the connection part of the purge line 41 and each gas lines 23A and 23B, respectively. Moreover, in connection with there being no vent line 33, there are also no isolation valves 35, 39A, and 39B. And let the attaching position of a pressure sensor 11 be the appearance side location of the isolation valve 43 on the purge line 41. In addition, although a graphic display is omitted, the control system of the body controller 15 and flow rate monitoring system 13 grade is the same.

[0095] Actuation of this gas system is explained. The flow rate assay of massflow controllers 27A and 27B and the leakage assay of isolation valves 25A, 25B, 21A, and 21B other than the usual process actuation are possible also for this gas system. Adjusting [ the usual process actuation closes isolation valves 45A and 45B, if it is processing using process gas A, it will open isolation valves 25A and 21A, and ] a quantity of gas flow by massflow controller 27A, it introduces process gas A into the processing tub 37 via gas-line 23A, and performs predetermined processing. If it is processing using process gas B, gas-line 23B will be processed by introducing process gas B into the deed processing tub 37 in the same actuation. The processing using the both sides of process gas A and B is also possible.

[0096] Next, flow rate assay actuation is explained. Although the case where flow rate assay of massflow controller 27A is performed is explained here, the same is said of flow rate assay of massflow controller 27B.

[0097] When performing flow rate assay actuation, closing, an isolation valve 43, isolation valve 45A, and isolation valve 21A are first opened for isolation valve 25A and isolation valve 45B as housekeeping operation. Isolation valve 45B is closed for separating gas-line 23B from the purge line 41. Isolation valve 45A is opened, because the purge line 41 is made to open gas-line 23A for free passage and the pressure in the close side location of massflow controller 27A can be measured with a pressure sensor 11. At this time, it is purge gas N<sub>2</sub>. Gas-line 23A is supplied from the purge line 41, and it is exhausted via massflow controller 27A and the process chamber 37. In this condition, it waits for a while until a flow rate is stabilized. Where a flow rate is stabilized, a pressure sensor 11 is purge gas N<sub>2</sub>. The supply pressure is directed and it is purge gas N<sub>2</sub> of the regulation flow rate of massflow controller 27A in gas-line 23A. It is flowing.

[0098] And an isolation valve 43 is closed and it is purge gas N<sub>2</sub>. When supply is severed, massflow controller 27A is led from the measurement location of a pressure sensor 11, and it is purge gas N<sub>2</sub>. Since it is exhausted gradually, the indicated value of a pressure sensor 11 falls to the 1st, and the case of the gestalt of the 2nd operation and reverse gradually. Therefore, a graph like drawing 6 is obtained. Since there is no change in in the case of drawing 7 the dip of this graph showing the flow rate of massflow controller 27A to reverse although the lower right is \*\*, thereby, flow rate assay is made. The detail of the content of the assay is the same, and performs the data sampling by the flow rate monitoring system 13, range decision and dip calculation ( drawing 8 ) by the least square method, comparison with initial value, and automatic amendment ( drawing 12 ) as the gestalt of the 1st and the 2nd operation explained. In addition, it is purge gas N<sub>2</sub> here. Although it uses and flow rate assay is performed, it is also possible to



carry out flow rate assay with process gas A.

[0099] Next, leakage assay is explained. Leakage assay by this system is independently performed by gas lines 23A and 23B. Although the case where leakage assay of gas-line 23A is performed is explained here, the same is said of leakage assay of gas-line 23B. And it carries out by there being leakage assay of isolation valve 21A and leakage assay of isolation valve 25A as leakage assay of gas-line 23A, and all opening isolation valve 45A, and making gas-line 23A and the purge line 41 open for free passage, and closing isolation valve 45B, and separating gas-line 23B and the purge line 41.

[0100] Leakage assay of isolation valve 21A is explained first. First, closing is closed for isolation valve 25A, aperture isolation valve 21A is closed for an isolation valve 43 as housekeeping operation, and it is purge gas N2 in gas-line 23A. It introduces. Moreover, massflow controller 27A is taken as the full admission condition. If the indicated value of the pressure sensor 11 is stabilized in this condition, that indicated value will serve as a supply pressure of purge gas N2. And if an isolation valve 43 is closed, the range including the measurement location of a pressure sensor 11 will be in the condition of having changed into the high-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 21A will be authorized by the existence of lowering of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0101] That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 21A when there is no lowering in indicated value, and indicated value has lowering, gas is judged that leakage is in isolation valve 21A which should be escaped that is, closed to the process chamber 37 side through isolation valve 21A. Strictly, the cause of lowering of indicated value may not be an isolation valve 21, and may be the leakage of isolation valve 45B here. However, unlike isolation valve 21A prepared in the inlet port of the process chamber 37, for isolation valve 45B, the gas which it is prepared in the purge line 41, and the switching frequency at the time of real process operation is remarkably low, and is treated is also inactive N2 in principle. Possibility that will accept and come out and leakage will arise for a certain reason is also low that much. In addition, although the failure of pressure by gas leaking from isolation valve 21A is transmitted to the measurement location of a pressure sensor 11 via massflow controller 27A, since massflow controller 27A is made into the full admission condition, there is especially no problem. Moreover, it is purge gas N2 here. Although it uses and leakage assay of isolation valve 21A is performed, authorizing with process gas A is also possible.

[0102] Then, leakage assay of isolation valve 25A is explained. Closing and isolation valve 21A is first opened for isolation valve 25A and an isolation valve 43 as housekeeping operation, and the residual gas in gas-line 23A is exhausted. Moreover, massflow controller 27A is taken as the full admission condition. Then, the indicated value of a pressure sensor 11 falls to the low voltage near a vacuum. If indicated value is stabilized, isolation valve 21A will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of a pressure sensor 11 into the low-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 25A will be authorized by the existence of lifting of the indicated value of a pressure sensor 11.

[0103] That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 25A when there is no lifting in indicated value, and indicated value has lifting, through isolation valve 25A, process gas advanced, that is, is judged that leakage is in isolation valve 25A which should be closed. Strictly, the cause of lifting of indicated value may not be isolation valve 25A, and may be the leakage of an isolation valve 43 or isolation valve 45B here. However, unlike isolation valve 21A prepared in the inlet port of the process chamber 37, for an isolation valve 43 or isolation valve 45B, the gas which it is prepared in the purge line 41, and the switching frequency at the time of real process operation is remarkably low, and is treated is also inactive N2 in principle. Possibility that will accept and come out and leakage will arise for a certain reason is also low that much.

[0104] In the gas system applied to the gestalt of this operation as explained to the detail above A pressure sensor 11 is formed on the purge line 41 which is open for free passage in the close side location of the massflow controllers 27A and 27B of each gas lines 23A and 23B, and it is made to carry out the monitor of the pressure of the location. And since the indicated value of a pressure sensor 11 is sampled with the flow rate monitoring system 13 and it authorizes using

technique, such as the least square method, highly precise assay can be performed for every massflow controller with one pressure sensor. Moreover, fluctuation of the flow characteristics of a massflow controller can be amended automatically, and it can continue a real process by the right quantity of gas flow.

[0105] Moreover, since it was made to carry out leakage assay of each isolation valve by fluctuation of the indicated value when changing the attaching position of a pressure sensor 11 into a high-pressure or low-pressure airtight condition, and leaving it, leakage assay can be performed with high precision and simply like the case of the gestalt of the 1st and the 2nd operation. Since leakage assay can be especially performed independently for every gas line, an isolation valve with leakage can always be specified.

[0106] In addition, since the gestalt of this operation does not limit this invention, in addition to each isolation valve shown all over drawing, a massflow controller, a pressure sensor, etc., other units etc. may be added further if needed. Moreover, it does not bar adding the vent line which bypasses and exhausts the process chamber 37 from the appearance side location of each massflow controller etc. When there is a vent line, there is an advantage which can carry out a certain assay by a certain gas line and the real process in other gas lines in parallel especially.

[0107] The gas structure of a system which starts the gestalt of the 4th operation at [gestalt of the 4th operation] drawing 5 is shown. Although this gas system is the same as that of the thing of the gestalt of the 3rd operation at the point that have resulted in the process chamber 37 while each gas lines 23A and 23B had become independent, and the pressure sensor is formed in the close side of massflow controllers 27A and 27B, it is different a point without the purge line 41, and in that the pressure sensors 11A and 11B are formed in every each gas-line 23A and 23B, respectively. When there is no purge line 41, there are also neither an isolation valve 43 nor isolation valves 45A and 45B. Moreover, since there are two or more pressure sensors, the multiport 14 which adjusts the detection signal from them and is inputted into the flow rate monitoring system 13 is formed.

[0108] Actuation of this gas system is explained. The flow rate assay of massflow controllers 27A and 27B and the leakage assay of isolation valves 25A, 25B, 21A, and 21B other than the usual process actuation are possible also for this gas system. It opening isolation valves 25A and 21A, and adjusting a quantity of gas flow by massflow controller 27A, if the usual process actuation is processing which uses process gas A, it introduces process gas A into the processing tub 37 via gas-line 23A, and performs predetermined processing. If it is processing using process gas B, gas-line 23B will be processed by introducing process gas B into the deed processing tub 37 in the same actuation. The processing using the both sides of process gas A and B is also possible.

[0109] Next, flow rate assay actuation is explained. Although the case where flow rate assay of massflow controller 27A is performed is explained here, the same is said of flow rate assay of massflow controller 27B.

[0110] When performing flow rate assay actuation, process gas A is first passed for isolation valve 25A and isolation valve 21A to aperture gas-line 23A as housekeeping operation. The flow rate at this time is a regulation flow rate of massflow controller 27A. When a flow rate is stabilized in this condition, pressure-sensor 11A shows the supply pressure of process gas A. And if isolation valve 25A is closed and supply of process gas A is severed, since process gas A will be gradually exhausted through massflow controller 27A from the measurement location of pressure-sensor 11A, the indicated value of pressure-sensor 11A falls gradually like the case of the gestalt of the 3rd operation. Therefore, a graph like drawing 6 is obtained like the case of the gestalt of the 3rd operation, and flow rate assay is made for the lower right by the dip of \*\*. The detail of the content of the assay is the same, and performs the data sampling by the flow rate monitoring system 13, range decision and dip calculation ( drawing 8 ) by the least square method, comparison with initial value, and automatic amendment ( drawing 12 ) as the gestalt of the 1st and the 2nd operation explained.

[0111] Next, leakage assay is explained. Leakage assay by this system is independently performed by gas lines 23A and 23B. Although the case where leakage assay of gas-line 23A is performed is explained here, the same is said of leakage assay of gas-line 23B. And there are

leakage assay of isolation valve 21A and leakage assay of isolation valve 25A as leakage assay of gas-line 23A.

[0112] Leakage assay of isolation valve 21A is explained first. Isolation valve 25A is first opened as housekeeping operation, process gas A is introduced in gas-line 23A, and isolation valve 21A is closed. Moreover, massflow controller 27A is changed into the full admission condition. If the indicated value of pressure sensor 11A is stabilized in this condition, that indicated value will serve as a supply pressure of process gas A. And if isolation valve 25A is closed, the range including the measurement location of pressure-sensor 11A will be in the condition of having changed into the high-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 21A will be authorized by the existence of lowering of the indicated value of pressure-sensor 11A. That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 21A when there is no lowering in indicated value, and indicated value has lowering, gas is judged that leakage is in isolation valve 21A which should be escaped that is, closed to the process chamber 37 side through isolation valve 21A. In addition, although the failure of pressure by gas leaking from isolation valve 21A is transmitted to the measurement location of pressure-sensor 11A via massflow controller 27A, since massflow controller 27A is made into the full admission condition, there is especially no problem.

[0113] Then, leakage assay of isolation valve 25A is explained. Closing and isolation valve 21A is first opened for isolation valve 25A as housekeeping operation, and the residual gas in gas-line 23A is exhausted. Moreover, massflow controller 27A is changed into the full admission condition. Then, the indicated value of pressure-sensor 11A falls to the low voltage near a vacuum. If indicated value is stabilized, isolation valve 21A will be closed. This condition is in the condition of having changed the range including the measurement location of pressure-sensor 11A into the low-pressure airtight condition. It will be left about one day in this condition, and the leakage of isolation valve 25A will be authorized by the existence of lifting of the indicated value of pressure-sensor 11A. That is, when it is judged that there is no leakage in isolation valve 25A when there is no lifting in indicated value, and indicated value has lifting, through isolation valve 25A, process gas advanced, that is, is judged that leakage is in isolation valve 25A which should be closed.

[0114] Since pressure sensors 11A and 11B were formed in every each gas-line 23A and 23B, and it was made to carry out the monitor of the pressure of the location in the gas system concerning the gestalt of this operation, as explained to the detail above, and the indicated value is sampled with the flow rate monitoring system 13 and it authorizes using technique, such as the least square method, highly precise assay can be performed for every massflow controller. Moreover, fluctuation of the flow characteristics of a massflow controller can be amended automatically, and it can continue a real process by the right quantity of gas flow.

[0115] Moreover, since it was made to carry out leakage assay of each isolation valve by fluctuation of the indicated value when changing the attaching position of a pressure sensor 11 into a high-pressure or low-pressure airtight condition, and leaving it, leakage assay can be performed with high precision and simply like the case of the gestalt of the 1st and the 2nd operation. Since leakage assay can be especially performed independently for every gas line, an isolation valve with leakage can always be specified.

[0116] In addition, since the gestalt of this operation does not limit this invention, in addition to each isolation valve shown all over drawing, a massflow controller, a pressure sensor, etc., other units etc. may be added further if needed. Moreover, it does not bar adding the purge line which supplies purge gas to adding the vent line which bypasses and exhausts the process chamber 37 from the appearance side location of each massflow controller etc., the close side location of each massflow controller, etc. When there is a vent line, there is an advantage which can carry out a certain assay by a certain gas line and the real process in other gas lines in parallel especially.

[0117] Moreover, although each pressure sensors 11A and 11B were formed in the upstream of massflow controllers 27A and 27B, you may prepare in the downstream. Flow rate assay in the case of *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. will merely be performed by the pressure-buildup method ( drawing 7 , drawing 9 ) like the gestalt of the 1st and the 2nd



operation. Furthermore, the locations of a pressure sensor may differ for every gas line, and there may be a gas line which has arranged the pressure sensor to the both sides of the upstream of a massflow controller and the downstream.

[0118] In addition, it is also possible to combine the gestalt of said the operation of each. It is the example which is shown in drawing 13 , and X group which forms the system of said 3rd example by two process gas lines, Y group which forms the system of said 4th example by two process gas lines, and the Z group which forms the system of said 1st example by three process gas lines are connected with one process chamber.

[0119]

[Effect of the Invention] According to invention of claims 1-5, the assay system of the gas piping system which can perform flow rate assay of a massflow controller in process gas itself is offered like [ it is \*\*\*\*\* from having explained above and ]. Especially according to invention of claims 2 and 3, the assay system of the gas piping system which can perform flow rate assay for every massflow controller in the pipe line by which two or more gas lines were put side by side is offered.

[0120] Moreover, according to invention of claims 4 and 6, the assay system of the gas piping system which can perform flow rate assay strong against a ripple, a noise, etc. of a pressure gage with a high precision is offered. Moreover, according to invention of claims 5 and 7, even if there is change of the flow characteristics of a massflow controller, the assay system of the gas piping system which compensates this automatically and can carry out a right process is offered.

[0121] Moreover, according to invention of claims 9-11, the assay system of the gas piping system which can perform highly precise assay of the existence [ isolation valve ] of leakage is offered. Especially according to invention of claims 10 and 11, the assay system of the gas piping system which can perform assay of the existence [ isolation valve ] of leakage for every gas line in the pipe line by which two or more gas lines were put side by side is offered.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-184600

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 7 D 5/00

F 1 6 K 37/00

F 1 7 D 3/00

// H 0 1 L 21/02

F 1 7 D 5/00

F 1 6 K 37/00

F 1 7 D 3/00

H 0 1 L 21/02

J

Z

審査請求 有 請求項の数11 F D (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願平8-17153

(22) 出願日

平成8年(1996)1月5日

(71) 出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72) 発明者 林本 茂

愛知県春日井市堀ノ内町850番地 シーケ

ーディ株式会社春日井事業所内

(72) 発明者 竈橋 宏

愛知県春日井市堀ノ内町850番地 シーケ

ーディ株式会社春日井事業所内

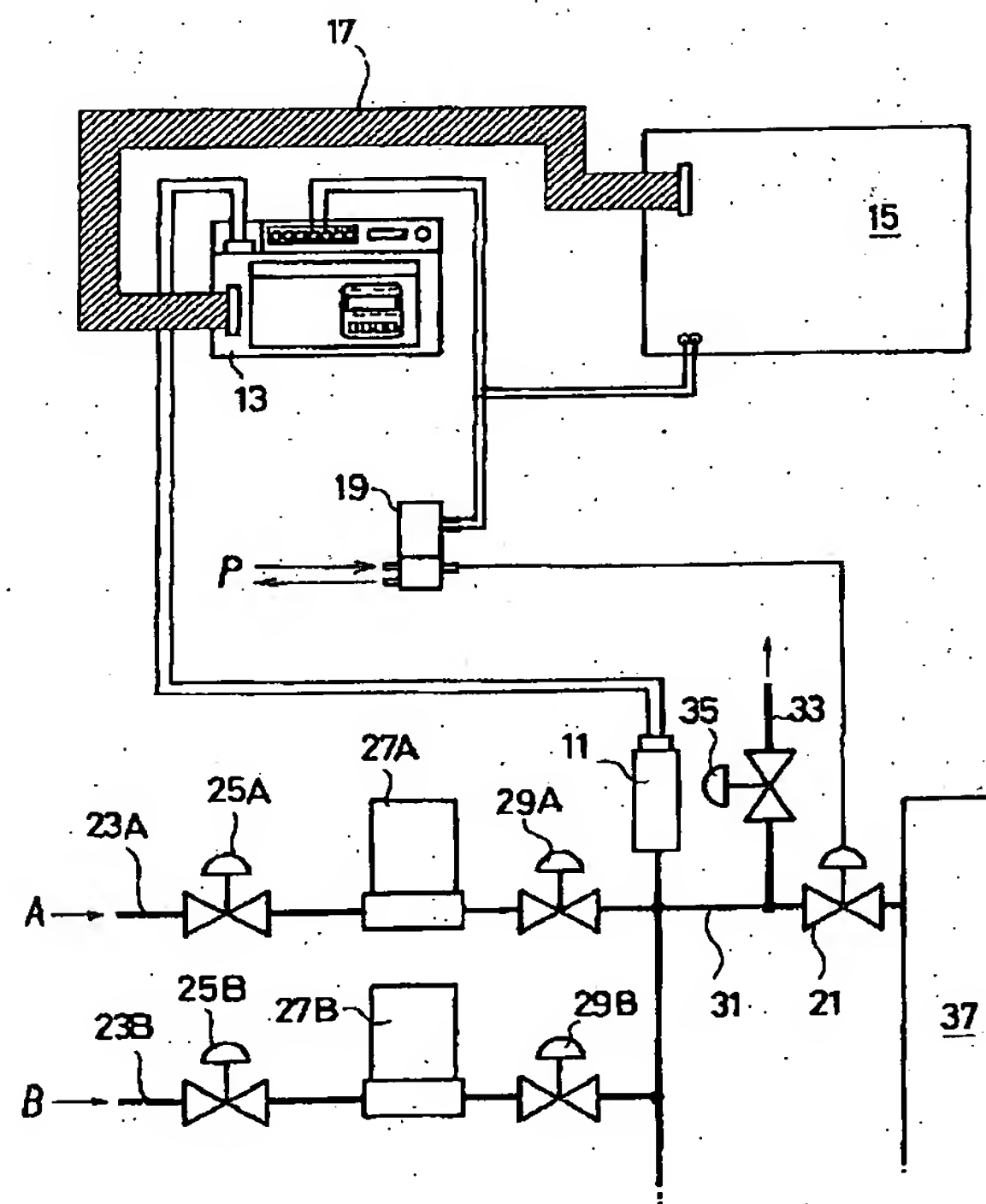
(74) 代理人 弁理士 岡戸 昭佳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 ガス配管系の検定システム

(57) 【要約】

【課題】 実プロセスガスを用いて高精度にマスフローコントローラの流量検定ができるガス配管系の検定システムを提供すること。

【解決手段】 ガスライン23A、23Bにはそれぞれ上流側から遮断弁25A、25B、マスフローコントローラ27A、27B、遮断弁29A、29Bが備えられて合流し、そこに圧力センサ11が設けられ、そして遮断弁21を介してプロセスチャンバ37に至る。圧力センサ11の取付位置を一旦排気してから遮断弁21を閉じ、そして遮断弁25Aを開くと、プロセスガスAの流入により圧力センサ11の指示値が上昇し、その上昇速度により流量検定がなされる。圧力センサ11の取付位置を気密状態にしたときの圧力センサ11の指示値の変動を見れば遮断弁の漏れも検定できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の終段遮断弁とを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計を有し、

前記第 1 遮断弁を開いて前記終段遮断弁を閉じ、前記マスフローコントローラを通して前記終段遮断弁の上流側にプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 2】 第 1 遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の第 2 遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記各ガスラインの合流点より下流に設けられた終段遮断弁と、

前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計を有し、

あるガスラインの前記第 1 遮断弁および第 2 遮断弁を開いて前記終段遮断弁および他のすべてのガスラインの前記第 2 遮断弁を閉じ、そのガスラインの前記マスフローコントローラを通して前記終段遮断弁の上流側にそのプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することによりそのガスラインの前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 3】 第 1 遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の終段遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記各終段遮断弁の入側位置を排気口へ連通するベントラインと、

このベントラインに設けられたベント遮断弁と、

前記ベントラインと前記各ガスラインと間にそれぞれ設けられた第 3 遮断弁と、

前記ベント遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、

あるガスラインの前記第 1 遮断弁および第 3 遮断弁を開いて前記終段遮断弁および他のすべてのガスラインの前記第 3 遮断弁および前記ベント遮断弁を閉じ、そのガスラインの前記マスフローコントローラを通して前記ベント遮断弁の上流側にそのプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することによりそのガスラインの前記マスフローコントローラの流量を検定するこ

とを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載するガス配管系の検定システムにおいて、

前記圧力計の指示値を所定の時間間隔でサンプリングし、

サンプリングされたデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように対象範囲を定め、

前記対象範囲内のデータについて最小二乗法により傾きを求めてこの傾きにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載するガス配管系の検定システムにおいて、

前記マスフローコントローラの取付時に測定を行いその結果を初期値として記憶し、

ガス配管系稼動後に再度測定を行いその結果の前記初期値からのずれを補償するように前記マスフローコントローラの流量設定を変更することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 6】 第 1 遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記マスフローコントローラの入側位置での圧力を計測する圧力計を備え、

前記第 1 遮断弁を閉じ前記マスフローコントローラを通して排気したときの圧力低下を前記圧力計で測定しつつその指示値を所定の時間間隔でサンプリングし、

このサンプリング手段によりサンプリングされたデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように対象範囲を定め、

前記対象範囲内のデータについて最小二乗法により傾きを求めてこの傾きにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 7】 第 1 遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記マスフローコントローラの入側位置での圧力を計測する圧力計を備え、

前記第 1 遮断弁を閉じ前記マスフローコントローラを通して排気したときの圧力低下をマスフローコントローラの取付時に前記圧力計で測定し、

システム稼動後に再度測定を行いその結果の前記初期値からのずれを補償するように前記マスフローコントローラの流量設定を変更することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 8】 請求項 6 または請求項 7 に記載するガス配管系の検定システムにおいて、



テストガス源から前記マスフローコントローラの入側位置にテストガスを供給する遮断可能なテストガスラインを備え、  
テストガスを用いて検定を行うことを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 9】 第 1 遮断弁とその下流側の終段遮断弁とを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記第 1 遮断弁と終段遮断弁との間の位置での圧力を計測する圧力計を有し、

前記第 1 遮断弁と終段遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化により前記第 1 遮断弁または終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 10】 第 1 遮断弁をそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記各ガスラインの合流点より下流に設けられた終段遮断弁と、

前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、

前記各第 1 遮断弁と前記終段遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化により前記各第 1 遮断弁のいずれかもしくは終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【請求項 11】 第 1 遮断弁とその下流側の終段遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムにおいて、

前記各終段遮断弁の入側位置を排気口へ連通するベントラインと、

このベントラインに設けられたベント遮断弁と、

前記ベントラインと前記各ガスラインと間にそれぞれ設けられた第 3 遮断弁と、

前記ベント遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、  
あるガスラインの前記第 3 遮断弁を開きそのガスラインの前記第 1 遮断弁および終段遮断弁と他のすべてのガスラインの前記第 3 遮断弁と前記ベント遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化によりそのガスラインの前記第 1 遮断弁または終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とするガス配管系の検定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば半導体製造設備等に用いられるガス配管系の検定システムに関し、さらに詳細には、システム中に組み込んだ状態でマスフローコントローラの流量精度の検定や遮断弁の漏れの検

定が可能なガス配管系の検定システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造設備中の成膜装置、乾式エッチング装置等においては、例えばシランやホスフィン等のいわゆる特殊材料ガスや塩素ガス等の腐食性ガスおよび水素ガス等の強燃性ガス等を使用する。これらのガスは、①その流量がプロセスの良否に直接影響すること、②排気系に設置される除害装置の負担、③ガス自体が高価であること、等の理由によりその流量を極めて厳格に管理しなければならない。そしてプロセスで使用される実際のガス流量は、多くても 500 sccm 程度と小さいので、配管中に公知のマスフローコントローラを配置して、ガス種およびプロセスレシピごとに最適の流量を流すようにしている。ここでマスフローコントローラにおける流量の設定は印加電圧の調節により行う。

【0003】 ところでプロセスガスのうち特に成膜用材料ガスは、その特性上ガスライン内でも固形物を析出する可能性があり、流量容量を変化させることがある。かかる変化が起こればそのマスフローコントローラにおける印加電圧と実流量との関係は当然変化し、流量設定に変化がなくても実流量が変化するので、プロセスの安定性を阻害することになる。現実にはこのような変化が起こった場合には、正しいガス流量を流すべく印加電圧の設定を修正しなければならない。このとき、マスフローコントローラの流量を検定する必要がある。特にマスフローコントローラ内の細管部分では、他の部分と比較して固形物が析出する可能性や析出した場合の影響が大きいのである。

【0004】 このマスフローコントローラの流量検定は、基本的には膜流量計を使って行うが、この測定は配管の一部をはずして行うものであり、測定後には再び配管をもとの状態に組み付けて漏れチェックをしなければならない。このため、作業には非常に手間がかかってしまう。配管を組んだままの状態での流量検定を行う方法（ビルドアップ方式）としては、プロセスチャンバに備えられている真空計を利用することが考えられるが、これも所要時間や精度の点で不十分である。

【0005】 このような測定を可能とする従来のマスフローコントローラの流量検定システムとしては、特開平 7-306084 号公報に記載されたものが挙げられる。このシステムは、測定用ガスとして窒素ガスを用い、ガスラインが所定圧の窒素ガスで満たされた状態からのマスフローコントローラを通しての圧力降下速度により流量検定を行うものである。このため、パージ用窒素ガスを供給するために各プロセスガスラインの他に設けられているパージラインを利用してここに遮断弁と圧力センサとを設けている。このシステムでは、測定しようとするマスフローコントローラのラインの遮断弁を閉じた状態でパージラインから窒素ガスを導入しておき、

そして遮断弁を閉じて窒素ガスを排気系に放出するときの圧力降下速度を測定する。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プロセスガスとは異なる窒素ガスで測定を行う前記システムでは、以下のような問題点があった。

【0007】まず、前記システムでは窒素ガスで流量検定した結果でマスフローコントローラの流量特性を代表させているところ、窒素ガスで測定した流量特性と実際に使用するプロセスガスでの流量特性とは一致するとは限らないのである。このため、実プロセスを行っている場合に対する検定データの信頼性が不十分な場合がある。また、前記システムではパージラインが不可欠であるが、半導体製造工程のガスシステムにはパージラインの備えがないものも少なくない。

【0008】さらに、パージラインを備えたシステムであっても、ラインに窒素ガスを導入すればその後ライン内でのプロセスガスの純度が回復するまでに時間を要し、システムの稼働率が低下してしまう。通常この種のガスシステムで実際にガスラインのパージを行うのは年1回程度ときわめて希であり、一方マスフローコントローラの流量検定はもっと高い頻度で行う必要があるため、検定のためにシステムの稼働率が低下する結果となってしまう。

【0009】また、前記システムでは圧力降下速度を測定することになっているが、実際には圧力を2回測定し、その値の差と時間間隔とから勾配を求めているに過ぎず、いわば2点測定なので精度が低い。特に、圧力センサからのデータ取得系にリップルがある場合や、測定時点でノイズが乗ってしまったような場合には真の値から著しくはなれた測定結果が得られる場合があった。また、測定の結果マスフローコントローラの流量特性が初期状態からずれていることがわかって、その更正は別途作業者が行う必要があった。

【0010】そして、この種のガスシステムには不可避免的に多数の遮断弁が用いられているが、その漏れを検定するためには、ブルドン管のような粗い測定しかできないものや、ヘリウムディテクターのような実際に稼働しているシステムには適用しにくいものしかなく、効率よくかつ微小な漏れを検知できる方法は存在しなかった。その一方、プロセスガスのような特殊なガスを扱うガスシステムでは、ガス中に固形物等が生成しやすいことからその固形物を嚙むことによる微小漏れが生じやすく、問題であった。

【0011】本発明は前記従来技術の各問題点を解決するためになされたものであり、(1) プロセスガスそのものでマスフローコントローラの流量検定ができるガス配管系の検定システムを提供すること、(2) 精度の高い流量検定ができるガス配管系の検定システムを提供すること、(3) マスフローコントローラの流量特性の変

化に対し自動的にこれを補償できるガス配管系の検定システムを提供すること、(4) 遮断弁の漏れの有無の検定ができるガス配管系の検定システムを提供すること、の少なくとも1つを達成することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、第1遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の終段遮断弁とを備えたガスラインを經由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計を有し、前記第1遮断弁を開いて前記終段遮断弁を閉じ、前記マスフローコントローラを通して前記終段遮断弁の上流側にプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とする。この発明は、前記(1)の目的を達成するためのものである。

【0013】この発明によれば、第1遮断弁と終段遮断弁とをとともに開けば、プロセスガス源からガスラインを經由してプロセスチャンバにプロセスガスが供給される。このときのガス流量は、マスフローコントローラにより所定の値に調整されており、従ってプロセスチャンバにて所定の処理を行うことができる状態である。

【0014】マスフローコントローラの流量検定をするときは、まず、第1遮断弁と終段遮断弁とをとともに開く。このとき、プロセスガス源からプロセスガスが供給される一方でマスフローコントローラより下流の部分はプロセスチャンバに連通している。この種のガス配管系では通常、プロセスチャンバのさらに下流に排気ポンプが設けられていることが多く、その場合には当該部分の圧力は真空近くにまで下がる。排気ポンプが設けられていない場合には大気圧近辺まで下がる。その圧力は圧力計により計測されている。次に終段遮断弁を閉じてプロセスチャンバ側への排気を遮断する。すると、マスフローコントローラによりガス流量が規制されるので、マスフローコントローラと終段遮断弁との間の部分はプロセスガスにより徐々に圧力が上昇する。このため圧力計の計測値が徐々に上昇するので、この上昇によりマスフローコントローラの流量が検定される。かくしてプロセスガスによる流量検定がなされる。

【0015】請求項2に係る発明は、第1遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の第2遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを經由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記各ガスラインの合流点より下流に設けられた終段遮断弁と、前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計を有し、あるガスラインの前記第1遮断弁および第2遮断弁を開いて前記終段遮断弁および他のすべてのガスラインの前記第2遮断弁を閉じ、そのガスライ



ンの前記マスフローコントローラを通して前記終段遮断弁の上流側にそのプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することによりそのガスラインの前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とする。この発明は、複数のプロセスガスを扱う配管系であって終段遮断弁より上流側で各ガスラインが合流しているものにおいて、1つの圧力計で前記(1)の目的を達成するためのものである。

【0016】この発明によれば、あるガスラインの第1遮断弁と終段遮断弁とをともに開けば、そのプロセスガス源からそのガスラインを経由してプロセスチャンバにそのプロセスガスが供給される。2以上のプロセスガスを同時に供給してもよい。このときの各ガス流量は、それぞれマスフローコントローラにより所定の値に調整されており、従ってプロセスチャンバにて所定の処理を行うことができる状態である。

【0017】マスフローコントローラの流量検定は、検定を行うガスライン(検定ライン)を決め、検定ラインの第2遮断弁を開き他のすべてのガスライン(非検定ライン)の第2遮断弁を閉じた状態で行う。検定を行うときはまず、検定ラインの第1遮断弁と終段遮断弁とをともに開いて、プロセスガス源からプロセスガスを検定ラインに供給しつつマスフローコントローラ(検定コントローラ)より下流の部分をプロセスチャンバ側に排気する。その部分の圧力は圧力計により計測されている。次に終段遮断弁を閉じて、マスフローコントローラと終段遮断弁との間の部分の圧力をプロセスガスで上昇させる。このとき、マスフローコントローラによりガス流量が規制されるので、圧力は徐々に上昇し、この上昇により検定コントローラの流量が検定される。かくしてプロセスガスによる流量検定がなされる。ここで、非検定ラインの第2遮断弁がすべて閉じられているので、プロセスガスが他のマスフローコントローラに進入することはない。

【0018】なお、請求項1または請求項2の発明においては、終段遮断弁の入側位置を排気口へ連通するベントラインと、このベントラインに設けられたベント遮断弁とを有していてもよい。そしてこの場合の流量検定は、終段遮断弁とベント遮断弁との双方を閉じた状態で第1遮断弁を開くことにより行う。そして検定後は、終段遮断弁の上流側の部分がかなりの高圧になっており、いきなり終段遮断弁を開くとプロセスチャンバ内での種々の悪影響が起こりうるので、まずベント遮断弁を開いてそのガスをベントラインに排出して圧力を下げたのがよい。

【0019】請求項3に係る発明は、第1遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとその下流側の終段遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであつ

て、前記各終段遮断弁の入流側位置を排気口へ連通するベントラインと、このベントラインに設けられたベント遮断弁と、前記ベントラインと前記各ガスラインと間にそれぞれ設けられた第3遮断弁と、前記ベント遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、あるガスラインの前記第1遮断弁および第3遮断弁を開いて前記終段遮断弁および他のすべてのガスラインの前記第3遮断弁および前記ベント遮断弁を閉じ、そのガスラインの前記マスフローコントローラを通して前記ベント遮断弁の上流側にそのプロセスガスを導入したときの圧力上昇を前記圧力計で測定することによりそのガスラインの前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とする。この発明は、複数のプロセスガスを扱う配管系であってプロセスチャンバに至るまで各ガスラインが独立しているものにおいて、1つの圧力計で前記(1)の目的を達成するためのものである。

【0020】この発明によれば、第3遮断弁をすべて閉じておいてあるガスラインの第1遮断弁とそのガスラインの終段遮断弁とをともに開けば、そのプロセスガス源からそのガスラインを経由してプロセスチャンバにそのプロセスガスが供給される。2以上のプロセスガスを同時に供給してもよい。このときの各ガス流量は、それぞれマスフローコントローラにより所定の値に調整されており、従ってプロセスチャンバにて所定の処理を行うことができる状態である。

【0021】マスフローコントローラの流量検定は、検定ラインを決め、検定ラインの第3遮断弁を開きすべての非検定ラインの第3遮断弁を閉じた状態で行う。従って、検定ラインのプロセスガスが非検定ラインに進入することではなく、また非検定ラインのプロセスガスのみで実施できる処理であれば検定と並行して行うこともできる。

【0022】検定を行うときはまず、検定ラインの第1遮断弁とベント遮断弁とをともに開いて、プロセスガス源からプロセスガスを検定ラインに導入しつつマスフローコントローラより下流の部分をベントラインに排気する。その部分の圧力は圧力計により計測されている。そしてベント遮断弁を閉じて、マスフローコントローラとベント遮断弁との間の圧力をプロセスガスにより徐々に上昇させる。この圧力上昇を圧力計で測定することにより、マスフローコントローラの流量が検定される。かくしてプロセスガスによる流量検定がなされる。なお、ベント遮断弁の代わりに終段遮断弁を用いても同様の検定が可能である。

【0023】請求項4に係る発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載するガス配管系の検定システムであって、前記圧力計の指示値を所定の時間間隔でサンプリングし、サンプリングされたデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように対象範囲を定め、前記対象範囲内のデータについて最小二乗法により傾きを求



めてこの傾きにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とする。この発明は、前記(1)の目的の他に(2)の目的をも達成するためのものである。

【0024】この発明によれば、圧力計の指示値は所定の時間間隔でサンプリングされており、そのうちある対象範囲内のものについて最小二乗法により傾きが求められる。その対象範囲は、対象範囲内のデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように定められる。所定の値はもちろん1に近い値であり、範囲内でデータの時間軸に対する直線性がよくなるように対象範囲が定められるのである。対象範囲の決定手順は、具体的には次の2通りがある。第1の手順は、はじめに圧力上昇開始前から終了後までを含む広い範囲を設定しておいて、1ステップずつ範囲を狭めていき、相関係数の絶対値が所定の値を初めて超えた時点で対象範囲を確定する手順である。第2の手順は、はじめに圧力上昇開始と終了とのほぼ中間に狭い範囲を設定しておいて、1ステップずつ範囲を広げていき、相関係数の絶対値が所定の値を初めて下回った時点でその直前の範囲を対象範囲として確定する手順である。かくして対象範囲が確定すると、最小二乗法により傾きが求められこの傾きによりマスフローコントローラの流量検定がなされる。従って、圧力計からのデータ取得系にリップルがある場合でも高精度で検定できる。また、データの中にノイズが乗ったものが含まれていても、それにより直ちに異常な結果が出ることはない。

【0025】請求項5に係る発明は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載するガス配管系の検定システムであって、前記マスフローコントローラの取付時に測定を行いその結果を初期値として記憶し、ガス配管系稼動後に再度測定を行いその結果の前記初期値からのずれを補償するように前記マスフローコントローラの流量設定を変更することを特徴とする。この発明は、前記(1)の目的の他に(3)の目的をも達成するためのものである。

【0026】この発明によれば、ガス配管系の立ち上げ時やマスフローコントローラを交換した時等にまず測定が行われその結果が初期値として記憶される。そしてある程度の期間ガス配管系が稼動した後に再度測定が行われる。その結果が初期値とずれている場合には、マスフローコントローラの流量特性が変動していることになるので、その流量設定が変更されてずれが補償される。従って、マスフローコントローラの特性変動が自動的に補償されて正しいガス流量でガス配管系の稼動を続行することができる。ただし、初期値からのずれがあまりに大きくなったマスフローコントローラをそのまま使い続けるとプロセスチャンバでの処理に悪影響を及ぼす場合があるので、ずれに上限値を定めてその上限値に達した場合には警報を発してガス配管系の稼動を停止させるよう

にしておくことが好ましい。

【0027】請求項6に係る発明は、第1遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記マスフローコントローラの入側位置での圧力を計測する圧力計を備え、前記第1遮断弁を閉じ前記マスフローコントローラを通して排気したときの圧力低下を前記圧力計で測定しつつその指示値を所定の時間間隔でサンプリングし、このサンプリング手段によりサンプリングされたデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように対象範囲を定め、前記対象範囲内のデータについて最小二乗法により傾きを求めてこの傾きにより前記マスフローコントローラの流量を検定することを特徴とする。この発明は、前記(2)の目的を達成するためのものである。

【0028】この発明でマスフローコントローラの流量検定をするときは、まず、第1遮断弁を開いてプロセスガス源からプロセスガスをガスラインに導入する。このとき、マスフローコントローラによりガス流量が規制されるので、ガスラインのうち第1遮断弁とマスフローコントローラとの間の部分がプロセスガス源からの供給圧に保たれ、マスフローコントローラの規制流量のガスがプロセスチャンバ側に流れる定常状態となる。そして第1遮断弁を閉じてプロセスガスの供給を絶つと、当該部分の圧力は徐々に下がる。この圧力の低下はマスフローコントローラの流量を示すものであり、圧力計により計測されている。

【0029】そして圧力計の指示値は所定の時間間隔でサンプリングされており、そのうちある対象範囲内のものについて最小二乗法により傾きが求められる。その対象範囲は、対象範囲内のデータの相関係数の絶対値が所定の値以上になるように定められる。所定の値はもちろん1に近い値であり、範囲内でデータの時間軸に対する直線性がよくなるように対象範囲が定められるのである。対象範囲の決定手順は、具体的には次の2通りがある。第1の手順は、はじめに圧力低下開始前から終了後までを含む広い範囲を設定しておいて、1ステップずつ範囲を狭めていき、相関係数の絶対値が所定の値を初めて超えた時点で対象範囲を確定する手順である。第2の手順は、はじめに圧力低下開始と終了とのほぼ中間に狭い範囲を設定しておいて、1ステップずつ範囲を広げていき、相関係数の絶対値が所定の値を初めて下回った時点でその直前の範囲を対象範囲として確定する手順である。かくして対象範囲が確定すると、最小二乗法により傾きが求められこの傾きによりマスフローコントローラの流量検定がなされる。従って、圧力計からのデータ取得系にリップルがある場合でも高精度で検定できる。また、データの中にノイズが乗ったものが含まれていても、それにより直ちに異常な結果が出ることはない。

【0030】請求項7に係る発明は、第1遮断弁とその下流側のマスフローコントローラとを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記マスフローコントローラの入側位置での圧力を計測する圧力計を備え、前記第1遮断弁を閉じ前記マスフローコントローラを通して排気したときの圧力低下をマスフローコントローラの取付時に前記圧力計で測定し、システム稼動後に再度測定を行いその結果の前記初期値からのずれを補償するように前記マスフローコントローラの流量設定を変更することを特徴とする。この発明は、前記(3)の目的を達成するためのものである。なお、請求項6の発明と組み合わせてもよい。

【0031】この発明によれば、ガス配管系の立ち上げ時やマスフローコントローラを交換した時等にまず測定が行われその結果が初期値として記憶される。そしてある程度の期間ガス配管系が稼動した後に再度測定が行われる。その結果が初期値とずれている場合には、マスフローコントローラの流量特性が変動していることになるので、その流量設定が変更されてずれが補償される。従って、マスフローコントローラの特性変動が自動的に補償されて正しいガス流量でガス配管系の稼動を続行することができる。ただし、初期値からのずれがあまりに大きくなったマスフローコントローラをそのまま使い続けるとプロセスチャンバでの処理に悪影響を及ぼす場合があるので、ずれに上限値を定めてその上限値に達した場合には警報を発してガス配管系の稼動を停止させるようにしておくことが好ましい。

【0032】請求項8に係る発明は、請求項6または請求項7に記載するガス配管系の検定システムであって、

テストガス源から前記マスフローコントローラの入側位置にテストガスを供給する遮断可能なテストガスラインを備え、テストガスを用いて検定を行うことを特徴とする。この発明は、テストガスを用いて検定する配管系において前記(2)または(3)の目的を達成するためのものである。

【0033】この発明でマスフローコントローラの流量検定をするときは、プロセスガスを導入する代わりに第1遮断弁を閉じた状態にしておき、まず、テストガスラインからテストガスをガスラインに導入する。このとき、マスフローコントローラによりガス流量が規制されるので、ガスラインのうち第1遮断弁とマスフローコントローラとの間の部分がテストガスラインからの供給圧に保たれ、マスフローコントローラの規制流量のテストガスがプロセスチャンバ側に流れる定常状態となる。そしてテストガスの供給を絶つと、当該部分の圧力は徐々に下がる。この圧力の低下はマスフローコントローラの流量を示すものであり、圧力計により計測されている。この計測値により、請求項6または請求項7の場合のように、マスフローコントローラの流量検定がなされる。

なお、ここで「テストガス」と称しているのは、プロセスガス源から供給されるプロセスガスとは別のガスという意味であって、一般的にはパージガス( $N_2$ 等)として用意されているものをこれに当てることができる。

【0034】請求項9に係る発明は、第1遮断弁とその下流側の終段遮断弁とを備えたガスラインを経由してプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記第1遮断弁と終段遮断弁との間の位置での圧力を計測する圧力計を有し、前記第1遮断弁と終段遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化により前記第1遮断弁または終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とする。この発明は、前記(4)の目的を達成するためのものである。

【0035】この発明で第1遮断弁の漏れ検定をするときは、まず、第1遮断弁を閉じそして終段遮断弁を開いて、ガスラインのうち第1遮断弁と終段遮断弁との間の部分のプロセスガスをプロセスチャンバ側に排気する。これにより当該部分の圧力は、プロセスチャンバの下流に排気ポンプが設けられていれば真空近くまで下がり、排気ポンプが設けられていなければ大気圧近辺まで下がる。その圧力は圧力計により計測されている。次に終段遮断弁を閉じて当該部分を低圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければ第1遮断弁に漏れがないと判断されるが、指示値に上昇が見られる場合には第1遮断弁に漏れが生じていると判断される。

【0036】終段遮断弁の漏れ検定をするときは、まず、終段遮断弁を閉じそして第1遮断弁を開いて、ガスラインのうち第1遮断弁と終段遮断弁との間の部分にプロセスガス源からプロセスガスを導入する。これにより当該部分の圧力は、プロセスガスの供給圧まで上昇する。その圧力は圧力計により計測されている。次に第1遮断弁を閉じて当該部分を高圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければ終段遮断弁に漏れがないと判断されるが、指示値に下降が見られる場合には終段遮断弁に漏れが生じていると判断される。

【0037】この発明において、第1遮断弁と終段遮断弁との間にマスフローコントローラが設けられていてもよく、第1遮断弁または終段遮断弁の漏れによるガス流量はマスフローコントローラで規制される流量よりはるかに小さいので、漏れ検定には影響しない。従ってマスフローコントローラ的位置は圧力計より上流側でも下流側でもよい。圧力計より上流側にマスフローコントローラを設けたときは、請求項1に係る発明と組み合わせるマスフローコントローラの流量検定をも可能なようにしてもよい。その場合に請求項4または請求項5の場合のような検定を行ってもよい。圧力計より下流側にマスフローコントローラを設けたときは、請求項6または請求



項 7 に係る発明と組み合わせてマスフローコントローラの流量検定をも可能なようにしてもよい。その場合には請求項 8 のようにテストガスラインを設けてもよい。

【0038】請求項 10 に係る発明は、第 1 遮断弁をそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記各ガスラインの合流点より下流に設けられた終段遮断弁と、前記終段遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、前記各第 1 遮断弁と前記終段遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化により前記各第 1 遮断弁のいずれかもしくは終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とする。この発明は、複数のプロセスガスを扱う配管系であって終段遮断弁より上流側で各ガスラインが合流しているものにおいて、1 つの圧力計で前記 (4) の目的を達成するためのものである。

【0039】この発明で第 1 遮断弁の漏れ検定をするときは、まず、すべてのガスラインの第 1 遮断弁を閉じそして終段遮断弁を開いて、各ガスラインのうち第 1 遮断弁と終段遮断弁との間の部分のプロセスガスをプロセスチャンバ側に排気する。これにより当該部分の圧力は、真空近くもしくは大気圧近辺まで下がる。その圧力は圧力計により計測されている。次に終段遮断弁を閉じて当該部分を低圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければ各第 1 遮断弁のいずれにも漏れがないと判断されるが、指示値に上昇が見られる場合には各第 1 遮断弁のいずれか 1 個以上に漏れが生じていると判断される。

【0040】終段遮断弁の漏れ検定をするときは、まず、いずれか 1 つのガスラインの第 1 遮断弁を開きそして終段遮断弁及び他のすべてのガスラインの第 1 遮断弁を閉じて、各ガスラインのうち第 1 遮断弁と終段遮断弁との間の部分にそのガスラインのプロセスガス源からプロセスガスを導入する。このとき、最も供給圧の低いガスラインかまたは最も反応性の低いガス種のガスラインを選択するのがよい。これにより当該部分の圧力は、そのプロセスガスの供給圧まで上昇する。その圧力は圧力計により計測されている。次に第 1 遮断弁を閉じて当該部分を高圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければ終段遮断弁に漏れがないと判断されるが、指示値に下降が見られる場合には終段遮断弁に漏れが生じていると判断される。

【0041】この発明において、各ガスラインの第 1 遮断弁の下流側にマスフローコントローラとその下流側の第 2 遮断弁とが設けられていてもよい。その場合には請求項 2 に係る発明と組み合わせてマスフローコントローラの流量検定をも可能なようにしてもよく、さらに請求項 4 または請求項 5 の場合のような検定を行ってもよい。

【0042】この場合に第 1 遮断弁の漏れ検定は、各ガ

スラインの第 2 遮断弁を開いて行う。そして、各ガスラインの第 1 遮断弁を開き第 2 遮断弁を閉じ、圧力計の測定位置を低圧にした状態で終段遮断弁を閉じて放置すれば、第 2 遮断弁の漏れ検定ができる。すなわち、圧力計の指示値に変化がなければ各第 2 遮断弁のいずれにも漏れがないと判断されるが、指示値に上昇が見られる場合には各第 2 遮断弁のいずれか 1 個以上に漏れが生じていると判断される。

【0043】また、各第 1 遮断弁にはいずれも漏れがないが第 2 遮断弁のいずれかには漏れがあると判断された場合には、あるガスラインで第 1 遮断弁を開いて第 2 遮断弁を閉じ、他のすべてのガスラインで第 1 遮断弁を閉じて第 2 遮断弁を開き、この状態で低圧気密状態からの圧力上昇の有無を見ればそのガスラインの第 2 遮断弁の漏れを検定できる。すなわち、圧力計の指示値に変化がなければその第 2 遮断弁には漏れがないと判断されるが、指示値に上昇が見られる場合にはその第 2 遮断弁のいずれかに漏れが生じていると判断される。第 1 遮断弁と第 2 遮断弁とが逆の場合も同様である。

【0044】この発明においてさらに、終段遮断弁の入側位置を排気口へ連通するベントラインと、このベントラインに設けられたベント遮断弁とを有していてもよい。そしてこの場合の漏れ検定のための気密状態は、終段遮断弁とベント遮断弁との双方を閉じた状態で行う。なお、この場合には終段遮断弁またはベント遮断弁の漏れ検定を行った後、ベント遮断弁を開いてガスをベントラインへ排気しておくのがよい。

【0045】請求項 11 に係る発明は、第 1 遮断弁とその下流側の終段遮断弁とをそれぞれ備えた複数のガスラインを経由して複数のプロセスガス源からプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系の検定を行うシステムであって、前記各終段遮断弁の入側位置を排気口へ連通するベントラインと、このベントラインに設けられたベント遮断弁と、前記ベントラインと前記各ガスラインと間にそれぞれ設けられた第 3 遮断弁と、前記ベント遮断弁の入側位置での圧力を計測する圧力計とを有し、あるガスラインの前記第 3 遮断弁を開きそのガスラインの前記第 1 遮断弁および終段遮断弁と他のすべてのガスラインの前記第 3 遮断弁と前記ベント遮断弁とを閉じた状態での前記圧力計の指示値の変化によりそのガスラインの前記第 1 遮断弁または終段遮断弁の漏れを検定することを特徴とする。この発明は、複数のプロセスガスを扱う配管系であってプロセスチャンバに至るまで各ガスラインが独立しているものにおいて、1 つの圧力計で前記 (4) の目的を達成するためのものである。

【0046】この発明での漏れ検定は、検定ラインを決め、検定ラインの第 3 遮断弁を開きすべての非検定ラインの第 3 遮断弁を閉じた状態で行う。従って、検定ラインのプロセスガスが非検定ラインに進入することはない。また非検定ラインのプロセスガスのみで実施できる

10

20

30

40

50



処理であれば検定と並行して行うこともできる。

【0047】第1遮断弁の漏れ検定を行うときは、まず、検定ラインの第1遮断弁および終段遮断弁を閉じそしてベント遮断弁を開いて、検定ラインのうち第1遮断弁と終段遮断弁との間の部分のプロセスガスを排気する。これにより当該部分の圧力が下がる。その圧力は圧力計により計測されている。次にベント遮断弁を閉じて当該部分を低圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければその第1遮断弁には漏れがないと判断されるが、指示値に上昇が見られる場合にはその第1遮断弁に漏れが生じていると判断される。

【0048】終段遮断弁の漏れ検定をするときは、まず、検定ラインの第1遮断弁を開きそのラインの終段遮断弁およびベント遮断弁を閉じて、検定ラインのうち第1遮断弁と終段遮断弁との間の部分にそのラインのプロセスガス源からプロセスガスを導入する。これにより当該部分の圧力は、そのプロセスガスの供給圧まで上昇する。その圧力は圧力計により計測されている。次にその第1遮断弁を閉じて当該部分を高圧の気密状態にし、その状態で放置する。圧力計の指示値に変化がなければその終段遮断弁に漏れがないと判断されるが、指示値に下降が見られる場合にはその終段遮断弁に漏れが生じていると判断される。なお、この検定を行った後、ベント遮断弁を開いてガスをベントラインへ排気しておくのがよい。

【0049】この発明において、各ガスラインの第1遮断弁の下流側にマスフローコントローラが設けられていてもよい。その場合には請求項3に係る発明と組み合わせるマスフローコントローラの流量検定をも可能なようにしてもよく、さらに請求項4または請求項5の場合のような検定を行ってもよい。

#### 【0050】

【発明の実施の形態】以下、本発明のガス配管系の検定システムを半導体製造設備におけるガスシステムに適用して具体化した実施の形態を、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0051】〔第1の実施の形態〕図1に、第1の実施の形態に係るガスシステムの構成を示す。このガスシステムは、プロセスガスA、Bをガスライン23A、23Bを経由して処理槽37に供給するためのシステムである。処理槽37は、半導体ウェハに成膜やエッチング等の処理を施すCVD装置、エッチング装置等である。プロセスガスは、CVD用としてはシラン( $\text{SiH}_4$ )、ホスフィン( $\text{PH}_3$ )、6フッ化タングステン( $\text{WF}_6$ )等があり、エッチング用としては塩素ガス( $\text{Cl}_2$ )や臭化水素ガス( $\text{HBr}$ )等がある。

【0052】各ガスライン23A、23Bには、上流側から順に遮断弁25A、25B、マスフローコントローラ27A、27B、遮断弁29A、29Bが配置されている。ここでマスフローコントローラ27A、27B

は、各プロセスガスA、Bの流量調整を行うものである。そして、遮断弁29A、29Bの下流側でガスライン23A、23Bが集合管31に合流して処理槽37に至るように組まれており、集合管31にも遮断弁21が配置されている。遮断弁21は、圧縮空気Pにより作動するようにされており、その給排操作を行うソレノイドバルブ19が備えられている。

【0053】また、集合管31における遮断弁21の上流側には、圧力センサ11及びベントライン33が設けられている。圧力センサ11は、集合管31内のガス圧を測定するものである。ベントライン33は、処理槽37を通さずに余分なプロセスガスを排気するためのものであり、遮断弁35を備えている。なお、図示しないが、処理槽37やベントライン33の先方には排気ポンプや除害装置等が設けられており、プロセスガスを無害化したうえで排出するようになっている。

【0054】そしてこのガスシステムは制御系として、流量モニタリングシステム13とその上位装置である本体コントローラ15とを備えている。本体コントローラ15は、ガスシステムの全体制御を行うマイクロコンピュータであって、公知のCPU、ROM、RAM等を組み合わせて構成されている。前記したソレノイドバルブ19は、この本体コントローラ15の指令により圧縮空気Pの遮断弁21への給排を行うようになっている。流量モニタリングシステム13は、マスフローコントローラ27A、27Bの流量検定を行うためのものであり、圧力センサ11の検出ガス圧の他、本体コントローラ15からソレノイドバルブ19への指令信号をモニタするようになっている。本体コントローラ15の代わりに流量モニタリングシステム13からソレノイドバルブ19へ指令信号を出力するようにしてもよい。また、流量モニタリングシステム13と本体コントローラ15とはリモート信号線17で接続されており、両者間でデータ転送ができるようになっている。

【0055】このガスシステムの動作を説明する。このガスシステムの動作には、通常のプロセス動作の他にマスフローコントローラ27A、27Bの流量検定や遮断弁25A、25B、29A、29B、21の漏れ検定がある。通常のプロセス動作とは、処理槽37で半導体ウェハに成膜やエッチング等の処理を施す動作である。プロセスガスAを用いる処理であれば、遮断弁35を閉じてベントライン33を塞いでおいて、遮断弁25A、29A、21を開いてそしてマスフローコントローラ27Aでガス流量を調整しつつ、ガスライン23A、集合管31を経由して処理槽37にプロセスガスAを導入し、所定の処理を行う。プロセスガスBを用いる処理であればガスライン23Bについて同様の操作を行い処理槽37にプロセスガスBを導入して処理を行う。プロセスガスA、Bの双方を用いる処理も可能である。

【0056】次に流量検定動作について説明する。ここ

ではマスフローコントローラ 27 A の流量検定を行う場合について説明するが、マスフローコントローラ 27 B の流量検定も同様である。

【0057】流量検定動作を行うときには、まず準備操作として、遮断弁 29 A を開き遮断弁 29 B を閉じる。遮断弁 29 B を閉じるのは、プロセスガス A がガスライン 23 B に進入するのを防ぐためである。そして遮断弁 25 A と遮断弁 35（もしくは遮断弁 21）とをともに開く。このとき、プロセスガス A がガスライン 23 A に導入されるが、マスフローコントローラ 27 A より下流

の部分の圧力は真空に近い低圧となっており、圧力センサ 11 の指示値によりその圧力を知ることができる。【0058】そして遮断弁 35（もしくは遮断弁 21）を閉じると、マスフローコントローラ 27 A 以後の部分において、プロセスガスが逃げ場を失うのでその部分の圧力がプロセスガスによりその供給圧に達するまで上昇する。このとき、マスフローコントローラ 27 A により流量が規制されるので、圧力は徐々に上昇する。圧力センサ 11 の指示値はこの徐々に上昇する圧力を示し、図 7 に示すようなカーブを描く。そしてその傾きはマスフ

ローコントローラ 27 A の流量に対応する。【0059】圧力センサ 11 の指示値は、流量モニタリングシステム 13 によりモニタされている。この流量モニタリングシステム 13 は、0.1 m s e c 程度の時間間隔で圧力データをサンプリングしている（図 9 参照）。そして検定は、図 9 のグラフのうち直線性がよい範囲について最小二乗法により傾斜を演算することにより行われる。傾斜算出の対象となる範囲を図 9 中に「r を求める範囲」で示す。

【0060】当該範囲の決定について説明する。当該範囲には、圧力上昇開始前や終了後を含めてはならないことはもちろん、圧力上昇開始直後も含めるべきでない。遮断弁 25 A を開いた直後は流量が安定しないからである。また、直線性がよい限りなるべく広い範囲をとった方が検定精度はよい。

【0061】範囲の決定は相関係数により行い、2 通りの手順がある。第 1 の手順は、最初に圧力上昇開始前や終了後をも含む広い範囲を仮に設定しておいて 1 ステップずつ範囲を狭めていくものであり、その都度範囲内のデータについて相関係数を求める。範囲が広いうちは直線性が良くないので相関係数は 1 から遠い値であるが、範囲を狭めるにつれて少しずつ相関係数が上昇していく。そして、相関係数があらかじめ定めた所定値（例えば 0.95）を初めて超えたらそのときの範囲を傾斜算出の対象範囲として確定する。第 2 の手順は、逆に最初は圧力上昇開始と終了との中間付近にごく狭い範囲を仮に設定しておいて 1 ステップずつ範囲を広げていくものである。範囲が狭いうちは直線性が良いので相関係数は 1 にごく近い値であるが、範囲を広げるにつれて少しずつ相関係数が低下していく。そして、相関係数が前記所

定値を初めて下回ったらその直前の範囲を傾斜算出の対象範囲として確定する。かくして、直線性が良くなつるべく広い範囲が決定される。

【0062】範囲が確定したら、その範囲内のデータについて最小二乗法により傾斜が算出される。そして算出された傾斜により検定が行われる。具体的には、算出した傾斜を初期の値と比較することにより検定される。すなわちこの配管系では、配管系の組立直後やマスフローコントローラの交換直後に上記のように流量検定をして、マスフローコントローラの新品時の傾斜が求められ初期値として記録されることとなっているので、これと比較するのである。傾斜が初期値と比べて変化していなければ、マスフローコントローラの流量特性には変化が見られないことになるので、特に設定の変更をすることなくそのままプロセスの稼動を続行してよい。傾斜が初期値と比べて変化している場合にはマスフローコントローラの流量特性に変動が生じていることになるので、その変動を相殺するようにマスフローコントローラの駆動の設定を変更しなければならない。プロセスガスの流量が狙いからはずれたまま実プロセスを実施すると、所定の品質が得られないからである。

【0063】本検定システムによる検定の精度を図 10、図 11 のグラフにより説明する。図 10 は、設定流量が 50 s c c m であるマスフローコントローラに流量変化が起こった場合について、本検定システムによる測定結果と膜流量計の測定値から計算した結果とを対比したグラフである。図 10 では両者が非常によく一致しており、本検定システムによる検定精度が高いことを示している。図 11 は、設定流量が 1000 s c c m であるマスフローコントローラについて同様の測定を行ったものであり、こちらも優れた結果が示されている。

【0064】そして本実施の形態ではさらに、マスフローコントローラ 27 A の流量に変化があった場合にその変化を相殺するように駆動信号を調整するようにしている。すなわち、マスフローコントローラ 27 A の流量が初期値より例えば 5% 減少していることが検定の結果判明した場合には、その流量を 5% 増加させるように本体コントローラ 15 からの駆動信号を変更させるのである。この場合の信号のやりとりを図 12 のブロック図で説明する。検定により流量の変動が発見されると、流量モニタリングシステム 13 から本体コントローラ 15 へ、その旨と変動量、変動の向き（増か減か）が伝達される（図 12 中の a）。従って本体コントローラ 15 はそれ以後、その変化を打ち消すようにマスフローコントローラ 27 A への駆動信号を再調整し、本来の設定流量で実プロセスを実施できるようにする（図 12 中の b）。制御系の構成によっては、流量モニタリングシステム 13 でマスフローコントローラ 27 A を直接制御して同様のことを行ってもよい（図 12 中の c）。

【0065】ただし、流量の初期値からの変動があまり



に大きくなった場合には、マスフローコントローラ27Aがパーティクルを発生してプロセスチャンバ37での実プロセスに悪影響を及ぼすおそれがあるので、変動量にある上限値を設けてこれを超えた場合にはなんらかの警報を発してシステムを停止させるようにするのが望ましい。

【0066】以上が流量検定であるが、検定後は図7、9のグラフに見るように、集合管31の内部が高圧になっているので、後の操作を行う前に遮断弁35を開いて、ガスをベントライン33側へ排出しておくのがよい。いきなり遮断弁21を開くと高圧のガスがプロセスチャンバ37に吹き込んで、内部のストレスやほこりの巻き上げ等が起こるからである。

【0067】次に、漏れ検定の動作について説明する。本システムでの漏れ検定には、遮断弁21の漏れ検定と、遮断弁25A、25Bの漏れ検定と、遮断弁29A、29Bの漏れ検定とがある。

【0068】まず遮断弁21の漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁21及び遮断弁35を閉じ、そして遮断弁25A、29Aとともに開いて集合管31にプロセスガスAを導入する。このとき遮断弁29Bは閉じておく。またマスフローコントローラ27Aは全開状態にしておく。すると、圧力センサ11の指示値がプロセスガスAの供給圧にまで上昇する。指示値が十分に上昇したら遮断弁29Aを閉じる。この状態は、圧力センサ11の計測位置を含む範囲が高圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11の指示値の低下の有無により遮断弁21の漏れを検定する。

【0069】すなわち、指示値に低下がない場合には遮断弁21に漏れはないと判断され、指示値に低下があった場合には、遮断弁21を通してガスがプロセスチャンバ37の側へ逃げた、つまり閉じているはずの遮断弁21に漏れがあると判断される。ここで厳密には、指示値の低下の原因が遮断弁21でなく遮断弁35の漏れである可能性もある。しかしベントライン33上に設けられている遮断弁35は、プロセスチャンバ37の入口に設けられている遮断弁21と比較して実プロセス実施時における開閉頻度が著しく低く、漏れが生じる可能性もその分低い。なお、この検定をした後は集合管31の内部が高圧になっているので、後の操作を行う前に遮断弁35を開いて、ガスをベントライン33側へ排出しておくのがよい。

【0070】続いて遮断弁25A、25Bの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25A、25Bとともに閉じ、遮断弁29A、29Bとともに開く。また、マスフローコントローラ27A、27Bはともに全開状態にしておく。そして遮断弁21または遮断弁35を開いて各ガスライン23A、23B、集合管31内の残留ガスを排気する。すると、圧力センサ11の指示値

が真空に近い低圧まで下がる。指示値が安定したら、遮断弁21および遮断弁35とともに閉じる。この状態は、圧力センサ11の計測位置を含む範囲が低圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11の指示値の上昇の有無により遮断弁25A、25Bの漏れを検定する。

【0071】すなわち、指示値に上昇がない場合には遮断弁25A、25Bのいずれにも漏れはないと判断され、指示値に上昇があった場合には、遮断弁25A、25Bのいずれかまたは双方を通してプロセスガスが進入した、つまり閉じているはずの遮断弁25A、25Bのいずれかまたは双方に漏れがあると判断される。なお、遮断弁25A、25Bのいずれかまたは双方から進入したプロセスガスは、マスフローコントローラ27A、27Bを経由して圧力センサ11の計測位置に至るわけだが、マスフローコントローラ27A、27Bがともに全開状態とされているので、特に問題はない。

【0072】続いて遮断弁29A、29Bの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25A、25Bとともに開き、遮断弁29A、29Bとともに閉じる。また、マスフローコントローラ27A、27Bはともに全開状態にしておく。そして遮断弁21または遮断弁35を開いて集合管31内の残留ガスを排気する。すると、圧力センサ11の指示値が真空に近い低圧まで下がる。指示値が十分に下がったら、遮断弁21および遮断弁35とともに閉じる。この状態は、圧力センサ11の計測位置を含む範囲が低圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11の指示値の上昇の有無により遮断弁29A、29Bの漏れを検定する。

【0073】すなわち、指示値に上昇がない場合には遮断弁29A、29Bのいずれにも漏れはないと判断され、指示値に上昇があった場合には、遮断弁29A、29Bのいずれかまたは双方を通してプロセスガスが進入した、つまり閉じているはずの遮断弁29A、29Bのいずれかまたは双方に漏れがあると判断される。なお、遮断弁29A、29Bのいずれかまたは双方から進入したプロセスガスは、マスフローコントローラ27A、27Bを経由したものであるが、マスフローコントローラ27A、27Bがともに全開状態とされているので、特に問題はない。

【0074】上記の遮断弁25A、25Bの漏れ検定でも遮断弁29A、29Bの漏れ検定でも、漏れがあると判断された場合に、漏れのあるのは2つの遮断弁(A、B)のいずれなのかまたは双方なのかは、それだけでは特定できない。しかし、遮断弁25A、25Bにはいずれも漏れがないが遮断弁29A、29Bにはいずれかまたは双方に漏れがあると判断された場合には、遮断弁25A、29Bを閉じ、遮断弁25B、29Aを開いた状態で同様に圧力センサ11の指示値の上昇の有無を見れ



ば、遮断弁 29 B の漏れの有無を確認できる。(A、B) を逆にすれば遮断弁 29 A の漏れの有無を確認できる。遮断弁 29 A、29 B にはいずれも漏れがないが遮断弁 25 A、25 B にはいずれかまたは双方に漏れがあると判断された場合も同様にして漏れのある弁を確認できる。

【0075】以上詳細に説明したように本実施の形態に係るガスシステムでは、各ガスライン 23 A、23 B を合流させた集合管 31 の遮断弁 21 の入側に圧力センサ 11 を設けてその位置の圧力をモニタするようにしたので、各マスフローコントローラを通して供給されるガスの圧力上昇を測定することにより、1 個の圧力センサで各マスフローコントローラごとに流量検定ができるものである。

【0076】そして、圧力センサ 11 の指示値を流量モニタリングシステム 13 でサンプリングし、相関係数が所定の値以上となるべく広い範囲で最小二乗法により傾斜を演算して検定することとしたので、2 点測定で検定するようなシステムと比較して著しく検定精度が高い。特に、圧力センサ 11 の指示値にリップルがあるような場合や、ノイズがあるような場合にも高精度な検定ができるものである。また、算出した傾斜をあらかじめ測定した初期値と比較して、変動がある場合にはその変動を相殺するように本体コントローラ 15 または流量モニタリングシステム 13 から各マスフローコントローラへの駆動信号を調整するようにしたので、マスフローコントローラの流量特性の変動を自動的に補正して、正しいガス流量で実プロセスを続行することができる。

【0077】また、圧力センサ 11 の取付位置を高圧または低圧の気密状態にして放置したときの指示値の変動により各遮断弁の漏れ検定をするようにしたので、ブルドン管による測定よりもはるかに高精度で微小な漏れを検出できる。また、気密状態とする部分の配管容積が既知であればリークレートをも算出できる。また、ヘリウムリークディテクタと異なり漏れ検定のために特別の配管の接続を要することもなくかつそれより安価に構成できる。また、ベントライン 33 が設けられているので、検定により集合管 31 の部分が高圧になっても、プロセスチャンバ 37 に高圧ガスを流すことなく排出できるものである。

【0078】なお、本実施の形態は本発明を限定するものではないので、図中に示した各遮断弁やマスフローコントローラ、圧力センサ等に加えてさらに必要に応じて他のユニットなどを付加してもかまわない。また、各マスフローコントローラの入側位置等にパージガスを供給するパージラインを付加することを妨げない。また、ベントライン 33 を省略した図 2 のような構成にしても、種々の検定機能自体には影響はない。

【0079】〔第 2 の実施の形態〕図 3 に、第 2 の実施の形態に係るガスシステムの構成を示す。このガスシ

テムは、各ガスライン 23 A、23 B が独立したままプロセスチャンバ 37 に至っている点で第 1 の実施の形態のものと異なるが、それ以外は略同一である。そこで相違点に絞って説明すると、各ガスライン 23 A、23 B にそれぞれ遮断弁 21 A、21 B が設けられている。また、マスフローコントローラ 27 A、27 B の直後の遮断弁 29 A、29 B がなく、代わりに各ガスライン 23 A、23 B とベントライン 33 との連結箇所それぞれに遮断弁 39 A、39 B が設けられている。そして圧力センサ 11 の取付位置は、ベントライン 33 の遮断弁 35 のすぐ上流側とされている。なお図示は省略するが、本体コントローラ 15、流量モニタリングシステム 13 等の制御系は同一である。

【0080】このガスシステムの動作を説明する。このガスシステムも、通常のプロセス動作の他にマスフローコントローラ 27 A、27 B の流量検定や遮断弁 25 A、25 B、21 A、21 B の漏れ検定が可能である。通常のプロセス動作は、遮断弁 39 A、39 B を閉じておいて、プロセスガス A を用いる処理であれば、遮断弁 25 A、21 A を開いてそしてマスフローコントローラ 27 A でガス流量を調整しつつ、ガスライン 23 A を経由して処理槽 37 にプロセスガス A を導入し、所定の処理を行う。プロセスガス B を用いる処理であればガスライン 23 B について同様の操作を行い処理槽 37 にプロセスガス B を導入して処理を行う。プロセスガス A、B の双方を用いる処理も可能である。

【0081】次に流量検定動作について説明する。ここではマスフローコントローラ 27 A の流量検定を行う場合について説明するが、マスフローコントローラ 27 B の流量検定も同様である。

【0082】流量検定動作を行うときには、まず準備操作として、遮断弁 39 A を開き遮断弁 39 B を閉じる。遮断弁 39 A を開くのは、圧力センサ 11 の取付位置をガスライン 23 A に連通させ、遮断弁 21 A の入側位置での圧力を計測できるようにするためである。遮断弁 39 B を閉じるのは、プロセスガス A がガスライン 23 B に進入するのを防ぐためである。そして遮断弁 25 A と遮断弁 35 (もしくは遮断弁 21 A) とをともに開く。この状態では、プロセスガス A がガスライン 23 A に導入される一方、マスフローコントローラ 27 A 以後の部分は真空に近い低圧となっており、圧力センサ 11 の指示値によりその圧力を知ることができる。

【0083】そして遮断弁 35 (もしくは遮断弁 21 A) を閉じると、マスフローコントローラ 27 A 以後の部分において、プロセスガスが逃げ場を失うのでその部分の圧力がプロセスガスによりその供給圧に達するまで上昇する。このとき、マスフローコントローラ 27 A により流量が規制されるので、圧力は徐々に上昇する。圧力センサ 11 の指示値はこの徐々に上昇する圧力を示すので、第 1 の実施の形態の場合と同様に図 7 のようなグ

ラフが得られ、その傾斜によりマスフローコントローラ 27 A の流量検定がなされる。なお、この検定をした後はガスライン 23 A の内部が高圧になっているので、後の操作を行う前に遮断弁 35 を開いて、ガスをベントライン 33 側へ排出しておくのがよい。

【0084】その検定の詳細は、第1の実施の形態で説明したのと同様で流量モニタリングシステム 13 によるデータサンプリング、範囲決定および最小二乗法による傾斜算出 (図9)、初期値との比較、自動補正 (図12) を行うものである。

【0085】次に、漏れ検定について説明する。本システムでの漏れ検定は、ガスライン 23 A と 23 B とで別々に行われる。ここではガスライン 23 A の漏れ検定を行う場合について説明するが、ガスライン 23 B の漏れ検定も同様である。そしてガスライン 23 A の漏れ検定には、遮断弁 21 A の漏れ検定と、遮断弁 25 A の漏れ検定とがあり、いずれも遮断弁 39 A を開いてガスライン 23 A とベントライン 33 とを連通させ、そして遮断弁 39 B を閉じてガスライン 23 B とベントライン 33 とを切り離して行う。

【0086】まず遮断弁 21 A の漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁 21 A 及び遮断弁 35 を閉じ、そして遮断弁 25 A を開いてガスライン 23 A にプロセスガス A を導入する。また、マスフローコントローラ 27 A は全開状態にしておく。すると、圧力センサ 11 の指示値がプロセスガス A の供給圧にまで上昇する。指示値が十分に上昇したら遮断弁 25 A を閉じる。この状態は、圧力センサ 11 の計測位置を含む範囲が高圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ 11 の指示値の低下の有無により遮断弁 21 A の漏れを検定する。

【0087】すなわち、指示値に低下がない場合には遮断弁 21 A に漏れはないと判断され、指示値に低下があった場合には、遮断弁 21 A を通してガスがプロセスチャンバ 37 の側へ逃げた、つまり閉じているはずの遮断弁 21 A に漏れがあると判断される。ここで厳密には、指示値の低下の原因が遮断弁 21 でなく遮断弁 35 や遮断弁 39 B の漏れである可能性もある。しかしベントライン 33 上に設けられている遮断弁 35 や遮断弁 39 B は、プロセスチャンバ 37 の入口に設けられている遮断弁 21 A と比較して実プロセス実施時における開閉頻度が著しく低く、漏れが生じる可能性もその分低い。なお、この検定をした後はガスライン 23 A の内部が高圧になっているので、後の操作を行う前に遮断弁 35 を開いて、ガスをベントライン 33 側へ排出しておくのがよい。

【0088】続いて遮断弁 25 A の漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁 25 A を閉じ、そして遮断弁 21 A または遮断弁 35 を開いてガスライン 23 A 内の残留ガスを排気する。また、マスフローコントローラ

ラ 27 A は全開状態にしておく。すると、圧力センサ 11 の指示値が真空に近い低圧まで下がる。指示値が安定したら、遮断弁 21 A および遮断弁 35 をともに閉じる。この状態は、圧力センサ 11 の計測位置を含む範囲が低圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ 11 の指示値の上昇の有無により遮断弁 25 A の漏れを検定する。

【0089】すなわち、指示値に上昇がない場合には遮断弁 25 A に漏れはないと判断され、指示値に上昇があった場合には、遮断弁 25 A を通してプロセスガスが進入した、つまり閉じているはずの遮断弁 25 A に漏れがあると判断される。ここで厳密には、指示値の上昇の原因が遮断弁 25 A でなく遮断弁 39 B の漏れである可能性もある。しかしベントライン 33 上に設けられている遮断弁 39 B は、プロセスガスのライン上に設けられている遮断弁 25 A と比較して実プロセス実施時における開閉頻度が著しく低く、漏れが生じる可能性もその分低い。なお、遮断弁 25 A から進入したプロセスガスは、マスフローコントローラ 27 A を経由して圧力センサ 11 の計測位置に至るわけだが、マスフローコントローラ 27 A が全開状態とされているので、特に問題はない。

【0090】以上詳細に説明したように本実施の形態に係るガスシステムでは、各ガスライン 23 A、23 B の遮断弁 21 A、21 B の入側位置に連通するベントライン 33 上に圧力センサ 11 を設けてその位置の圧力をモニタするようにしたので、各マスフローコントローラを通して供給されるガスの圧力上昇を測定することにより、1個の圧力センサで各マスフローコントローラごとに流量検定ができるものである。そして、第1の実施の形態の場合と同様に圧力センサ 11 の指示値を流量モニタリングシステム 13 でサンプリングして最小二乗法等の手法を用いて検定することとしたので、高精度な検定ができ、またマスフローコントローラの流量特性の変動を自動的に補正して、正しいガス流量で実プロセスを続行することができるものである。

【0091】また、圧力センサ 11 の取付位置を高圧または低圧の気密状態にして放置したときの指示値の変動により各遮断弁の漏れ検定をするようにしたので、第1の実施の形態の場合と同様に高精度にかつ簡易に漏れ検定ができる。特に、各ガスラインごとに独立に漏れ検定ができるので、漏れのある遮断弁を常に特定できるものである。

【0092】さらに、流量検定も漏れ検定も、検定するガスラインと他のガスラインとを切り離した状態でなされるので、あるガスラインで何らかの検定をしているときでも、他のガスラインは通常の稼動が可能である。従って他のガスラインのプロセスガスのみで実施できる実プロセスならば、検定と並行して実施可能である。また、ベントライン 33 が設けられているので、検定によりガスラインの内部が高圧になっても、プロセスチャン



バ37に高圧ガスを流すことなく排出できるものである。

【0093】なお、本実施の形態は本発明を限定するものではないので、図中に示した各遮断弁やマスフローコントローラ、圧力センサ等に加えてさらに必要に応じて他のユニットなどを付加してもかまわない。また、各マスフローコントローラの入側位置等にパージガスを供給するパージラインを付加することを妨げない。

【0094】〔第3の実施の形態〕図4に、第3の実施の形態に係るガスシステムの構成を示す。このガスシステムは、各ガスライン23A、23Bが独立したままプロセスチャンバ37に至っている点で第2の実施の形態のものと同じであるが、ベントライン33がなく代わりにパージライン41が設けられている点で相違する。パージライン41は、各ガスライン23A、23Bにおけるマスフローコントローラ27A、27Bの入側にパージガスであるN<sub>2</sub>を供給するラインであって、遮断弁43が設けられている。また、パージライン41と各ガスライン23A、23Bとの連結箇所それぞれに遮断弁45A、45Bが設けられている。また、ベントライン33がないことに伴い遮断弁35、39A、39Bもない。そして圧力センサ11の取付位置は、パージライン41上の遮断弁43の出側位置とされている。なお図示は省略するが、本体コントローラ15、流量モニタリングシステム13等の制御系は同一である。

【0095】このガスシステムの動作を説明する。このガスシステムも、通常のプロセス動作の他にマスフローコントローラ27A、27Bの流量検定や遮断弁25A、25B、21A、21Bの漏れ検定が可能である。通常のプロセス動作は、遮断弁45A、45Bを閉じておいて、プロセスガスAを用いる処理であれば、遮断弁25A、21Aを開いてそしてマスフローコントローラ27Aでガス流量を調整しつつ、ガスライン23Aを経由して処理槽37にプロセスガスAを導入し、所定の処理を行う。プロセスガスBを用いる処理であればガスライン23Bについて同様の操作を行い処理槽37にプロセスガスBを導入して処理を行う。プロセスガスA、Bの双方を用いる処理も可能である。

【0096】次に流量検定動作について説明する。ここではマスフローコントローラ27Aの流量検定を行う場合について説明するが、マスフローコントローラ27Bの流量検定も同様である。

【0097】流量検定動作を行うときには、まず準備操作として、遮断弁25Aと遮断弁45Bとを閉じ、遮断弁43と遮断弁45Aと遮断弁21Aとを開く。遮断弁45Bを閉じるのは、ガスライン23Bをパージライン41から切り離すためである。遮断弁45Aを開くのは、ガスライン23Aをパージライン41に連通させ、マスフローコントローラ27Aの入側位置での圧力を圧力センサ11で計測できるようにするためである。この

とき、パージガスN<sub>2</sub>がパージライン41からガスライン23Aに供給され、マスフローコントローラ27Aとプロセスチャンバ37とを経由して排気される。この状態で、流量が安定するまでしばらく待つ。流量が安定した状態では、圧力センサ11はパージガスN<sub>2</sub>の供給圧を指示しており、ガスライン23Aにはマスフローコントローラ27Aの規制流量のパージガスN<sub>2</sub>が流れている。

【0098】そして遮断弁43を閉じてパージガスN<sub>2</sub>の供給を絶つと、圧力センサ11の計測位置からはマスフローコントローラ27Aを通じてパージガスN<sub>2</sub>が徐々に排気されるので、圧力センサ11の指示値は第1、第2の実施の形態の場合と逆に徐々に低下する。従って図6のようなグラフが得られる。このグラフの傾斜は図7の場合とは逆に右下がりであるが、マスフローコントローラ27Aの流量を示していることに変わりはないので、これにより流量検定がなされる。その検定の内容の詳細は、第1、第2の実施の形態で説明したのと同様に流量モニタリングシステム13によるデータサンプリング、範囲決定および最小二乗法による傾斜算出(図8)、初期値との比較、自動補正(図12)を行うものである。なお、ここではパージガスN<sub>2</sub>を用いて流量検定を行うこととしたが、プロセスガスAで流量検定することも可能である。

【0099】次に、漏れ検定について説明する。本システムでの漏れ検定は、ガスライン23Aと23Bとで別々に行われる。ここではガスライン23Aの漏れ検定を行う場合について説明するが、ガスライン23Bの漏れ検定も同様である。そしてガスライン23Aの漏れ検定には、遮断弁21Aの漏れ検定と、遮断弁25Aの漏れ検定とがあり、いずれも遮断弁45Aを開いてガスライン23Aとパージライン41とを連通させ、そして遮断弁45Bを閉じてガスライン23Bとパージライン41とを切り離して行う。

【0100】まず遮断弁21Aの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25Aを閉じ、遮断弁43を開き遮断弁21Aを閉じて、ガスライン23A内にパージガスN<sub>2</sub>を導入する。また、マスフローコントローラ27Aは全開状態としておく。この状態で圧力センサ11の指示値が安定するとその指示値はパージガスN<sub>2</sub>の供給圧となる。そして遮断弁43を閉じると、圧力センサ11の計測位置を含む範囲が高圧の気密状態にされた状態となる。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11の指示値の低下の有無により遮断弁21Aの漏れを検定する。

【0101】すなわち、指示値に低下がない場合には遮断弁21Aに漏れはないと判断され、指示値に低下があった場合には、遮断弁21Aを通してガスがプロセスチャンバ37の側へ逃げた、つまり閉じているはずの遮断弁21Aに漏れがあると判断される。ここで厳密には、



指示値の低下の原因が遮断弁21でなく遮断弁45Bの漏れである可能性もある。しかし、プロセスチャンバ37の入口に設けられている遮断弁21Aと異なり遮断弁45Bは、パージライン41に設けられており実プロセス実施時における開閉頻度が著しく低く、また扱うガスも原則的には不活性のN<sub>2</sub>のみであるため、漏れが生じる可能性もその分低い。なお、遮断弁21Aからガスが漏れることによる圧力低下は、マスフローコントローラ27Aを経由して圧力センサ11の計測位置に伝達されるわけだが、マスフローコントローラ27Aが全開状態とされているので、特に問題はない。また、ここではパージガスN<sub>2</sub>を用いて遮断弁21Aの漏れ検定を行うこととしたが、プロセスガスAで検定することも可能である。

【0102】続いて遮断弁25Aの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25Aと遮断弁43とを閉じ、そして遮断弁21Aを開いてガスライン23A内の残留ガスを排気する。また、マスフローコントローラ27Aは全開状態としておく。すると、圧力センサ11の指示値が真空に近い低圧まで下がる。指示値が安定したら遮断弁21Aを閉じる。この状態は、圧力センサ11の計測位置を含む範囲が低圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11の指示値の上昇の有無により遮断弁25Aの漏れを検定する。

【0103】すなわち、指示値に上昇がない場合には遮断弁25Aに漏れはないと判断され、指示値に上昇があった場合には、遮断弁25Aを通してプロセスガスが進入した、つまり閉じているはずの遮断弁25Aに漏れがあると判断される。ここで厳密には、指示値の上昇の原因が遮断弁25Aでなく遮断弁43や遮断弁45Bの漏れである可能性もある。しかし、プロセスチャンバ37の入口に設けられている遮断弁21Aと異なり遮断弁43や遮断弁45Bは、パージライン41に設けられており実プロセス実施時における開閉頻度が著しく低く、また扱うガスも原則的には不活性のN<sub>2</sub>のみであるため、漏れが生じる可能性もその分低い。

【0104】以上詳細に説明したように本実施の形態に係るガスシステムでは、各ガスライン23A、23Bのマスフローコントローラ27A、27Bの入側位置に連通するパージライン41上に圧力センサ11を設けてその位置の圧力をモニタするようにし、そして圧力センサ11の指示値を流量モニタリングシステム13でサンプリングして最小二乗法等の手法を用いて検定することとしたので、1個の圧力センサで各マスフローコントローラごとに高精度な検定ができるものである。またマスフローコントローラの流量特性の変動を自動的に補正して、正しいガス流量で実プロセスを続行することができるものである。

【0105】また、圧力センサ11の取付位置を高圧ま

たは低圧の気密状態にして放置したときの指示値の変動により各遮断弁の漏れ検定をするようにしたので、第1、第2の実施の形態の場合と同様に高精度にかつ簡易に漏れ検定ができる。特に、各ガスラインごとに独立に漏れ検定ができるので、漏れのある遮断弁を常に特定できるものである。

【0106】なお、本実施の形態は本発明を限定するものではないので、図中に示した各遮断弁やマスフローコントローラ、圧力センサ等に加えてさらに必要に応じて他のユニットなどを付加してもかまわない。また、各マスフローコントローラの出側位置等からプロセスチャンバ37をバイパスして排気するベントラインを付加することを妨げない。ベントラインがある場合には特に、あるガスラインでの何らかの検定と他のガスラインでの実プロセスとを並行して実施できる利点がある。

【0107】[第4の実施の形態] 図5に、第4の実施の形態に係るガスシステムの構成を示す。このガスシステムは、各ガスライン23A、23Bが独立したままプロセスチャンバ37に至っておりマスフローコントローラ27A、27Bの入側に圧力センサが設けられている点で第3の実施の形態のものと同じであるが、パージライン41がない点と各ガスライン23A、23Bごとにそれぞれ圧力センサ11A、11Bが設けられている点とで相違する。パージライン41がないことにより、遮断弁43や遮断弁45A、45Bもない。また、圧力センサが複数あるので、それらからの検知信号を取りまとめて流量モニタリングシステム13に入力するマルチポート14が設けられている。

【0108】このガスシステムの動作を説明する。このガスシステムも、通常のプロセス動作の他にマスフローコントローラ27A、27Bの流量検定や遮断弁25A、25B、21A、21Bの漏れ検定が可能である。通常のプロセス動作は、プロセスガスAを用いる処理であれば、遮断弁25A、21Aを開いてそしてマスフローコントローラ27Aでガス流量を調整しつつ、ガスライン23Aを経由して処理槽37にプロセスガスAを導入し、所定の処理を行う。プロセスガスBを用いる処理であればガスライン23Bについて同様の操作を行い処理槽37にプロセスガスBを導入して処理を行う。プロセスガスA、Bの双方を用いる処理も可能である。

【0109】次に流量検定動作について説明する。ここではマスフローコントローラ27Aの流量検定を行う場合について説明するが、マスフローコントローラ27Bの流量検定も同様である。

【0110】流量検定動作を行うときには、まず準備操作として、遮断弁25Aと遮断弁21Aとを開きガスライン23AにプロセスガスAを流す。このときの流量はマスフローコントローラ27Aの規制流量である。この状態で、流量が安定すると、圧力センサ11AはプロセスガスAの供給圧力を示す。そして遮断弁25Aを閉じ

10

20

30

40

50

てプロセスガスAの供給を絶つと、圧力センサ11Aの計測位置からはマスフローコントローラ27Aを通じてプロセスガスAが徐々に排気されるので、圧力センサ11Aの指示値は第3の実施の形態の場合と同様に徐々に低下する。従って第3の実施の形態の場合と同様に図6のようなグラフが得られ、右下がりの傾斜により流量検定がなされる。その検定の内容の詳細は、第1、第2の実施の形態で説明したのと同様に流量モニタリングシステム13によるデータサンプリング、範囲決定および最小二乗法による傾斜算出(図8)、初期値との比較、自動補正(図12)を行うものである。

【0111】次に、漏れ検定について説明する。本システムでの漏れ検定は、ガスライン23Aと23Bとで別々に行われる。ここではガスライン23Aの漏れ検定を行う場合について説明するが、ガスライン23Bの漏れ検定も同様である。そしてガスライン23Aの漏れ検定には、遮断弁21Aの漏れ検定と、遮断弁25Aの漏れ検定とがある。

【0112】まず遮断弁21Aの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25Aを開いてガスライン23A内にプロセスガスAを導入し、遮断弁21Aを閉じる。また、マスフローコントローラ27Aは全開状態にしておく。この状態で圧力センサ11Aの指示値が安定するとその指示値はプロセスガスAの供給圧となる。そして遮断弁25Aを閉じると、圧力センサ11Aの計測位置を含む範囲が高圧の気密状態にされた状態となる。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11Aの指示値の低下の有無により遮断弁21Aの漏れを検定する。すなわち、指示値に低下がない場合には遮断弁21Aに漏れはないと判断され、指示値に低下があった場合には、遮断弁21Aを通してガスがプロセスチャンバ37の側へ逃げた、つまり閉じているはずの遮断弁21Aに漏れがあると判断される。なお、遮断弁21Aからガスが漏れることによる圧力低下は、マスフローコントローラ27Aを経由して圧力センサ11Aの計測位置に伝達されるわけだが、マスフローコントローラ27Aが全開状態とされているので、特に問題はない。

【0113】続いて遮断弁25Aの漏れ検定を説明する。まず準備操作として遮断弁25Aを閉じ、そして遮断弁21Aを開いてガスライン23A内の残留ガスを排気する。また、マスフローコントローラ27Aは全開状態にしておく。すると、圧力センサ11Aの指示値が真空に近い低圧まで下がる。指示値が安定したら遮断弁21Aを閉じる。この状態は、圧力センサ11Aの計測位置を含む範囲が低圧の気密状態にされた状態である。この状態で1日程度放置し、圧力センサ11Aの指示値の上昇の有無により遮断弁25Aの漏れを検定する。すなわち、指示値に上昇がない場合には遮断弁25Aに漏れはないと判断され、指示値に上昇があった場合には、遮断弁25Aを通してプロセスガスが進入した、つまり閉

じているはずの遮断弁25Aに漏れがあると判断される。

【0114】以上詳細に説明したように本実施の形態に係るガスシステムでは、各ガスライン23A、23Bごとに圧力センサ11A、11Bを設けてその位置の圧力をモニタするようにし、そしてその指示値を流量モニタリングシステム13でサンプリングして最小二乗法等の手法を用いて検定することとしたので、各マスフローコントローラごとに高精度な検定ができるものである。またマスフローコントローラの流量特性の変動を自動的に補正して、正しいガス流量で実プロセスを続行することができるものである。

【0115】また、圧力センサ11の取付位置を高圧または低圧の気密状態にして放置したときの指示値の変動により各遮断弁の漏れ検定をするようにしたので、第1、第2の実施の形態の場合と同様に高精度にかつ簡易に漏れ検定ができる。特に、各ガスラインごとに独立に漏れ検定ができるので、漏れのある遮断弁を常に特定できるものである。

【0116】なお、本実施の形態は本発明を限定するものではないので、図中に示した各遮断弁やマスフローコントローラ、圧力センサ等に加えてさらに必要に応じて他のユニットなどを付加してもかまわない。また、各マスフローコントローラの出側位置等からプロセスチャンバ37をバイパスして排気するベントラインを付加することや、各マスフローコントローラの入側位置等にパージガスを供給するパージラインを付加することを妨げない。ベントラインがある場合には特に、あるガスラインでの何らかの検定と他のガスラインでの実プロセスとを並行して実施できる利点がある。

【0117】また、各圧力センサ11A、11Bをマスフローコントローラ27A、27Bの上流側に設けたが、下流側に設けてもかまわない。ただしその場合の流量検定は、第1、第2の実施の形態のように圧力上昇方式(図7、図9)で行われることになる。さらに、圧力センサの位置がガスラインごとに異なってもよく、マスフローコントローラの上流側と下流側との双方に圧力センサを配置したガスラインがあってもよい。

【0118】なお、前記各実施の形態を組み合わせることも可能である。図13に示すのはその一例であって、2本のプロセスガスラインにより前記第3実施例のシステムを形成するX群と、2本のプロセスガスラインにより前記第4実施例のシステムを形成するY群と、3本のプロセスガスラインにより前記第1実施例のシステムを形成するZ群とを1つのプロセスチャンバにつないだものである。

【0119】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように請求項1～5の発明によれば、プロセスガスそのものでマスフローコントローラの流量検定ができるガス配管系の検

定システムが提供されている。特に請求項 2、3 の発明によれば、複数のガスラインが併置された配管系においてマスフローコントローラごとに流量検定ができるガス配管系の検定システムが提供されている。

【0120】また、請求項 4、6 の発明によれば、圧力計のリップルやノイズ等に強く精度の高い流量検定ができるガス配管系の検定システムが提供されている。また、請求項 5、7 の発明によれば、マスフローコントローラの流量特性の変化があっても自動的にこれを補償して正しいプロセスを実施できるガス配管系の検定システムが提供されている。

【0121】また、請求項 9～11 の発明によれば、遮断弁の漏れの有無の高精度な検定ができるガス配管系の検定システムが提供されている。特に請求項 10、11 の発明によれば、複数のガスラインが併置された配管系においてガスラインごとに遮断弁の漏れの有無の検定ができるガス配管系の検定システムが提供されている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態に係るガスシステムの構成図である。

【図 2】図 1 のものからベントラインを省略したガスシステムの構成図である。

【図 3】第 2 の実施の形態に係るガスシステムの要部を示す構成図である。

【図 4】第 3 の実施の形態に係るガスシステムの要部を示す構成図である。

【図 5】第 4 の実施の形態に係るガスシステムの要部を示す構成図である。

\* 【図 6】マスフローコントローラの流量検定による圧力降下を示すグラフである。

【図 7】マスフローコントローラの流量検定による圧力上昇を示すグラフである。

【図 8】マスフローコントローラの流量検定（降下方式）による圧力計のデータを示すグラフである。

【図 9】マスフローコントローラの流量検定（上昇方式）による圧力計のデータを示すグラフである。

10 【図 10】マスフローコントローラの流量検定の精度を説明するグラフである。

【図 11】マスフローコントローラの流量検定の精度を説明するグラフである。

【図 12】マスフローコントローラとモニタリングシステムとのデータ転送を示すブロック図である。

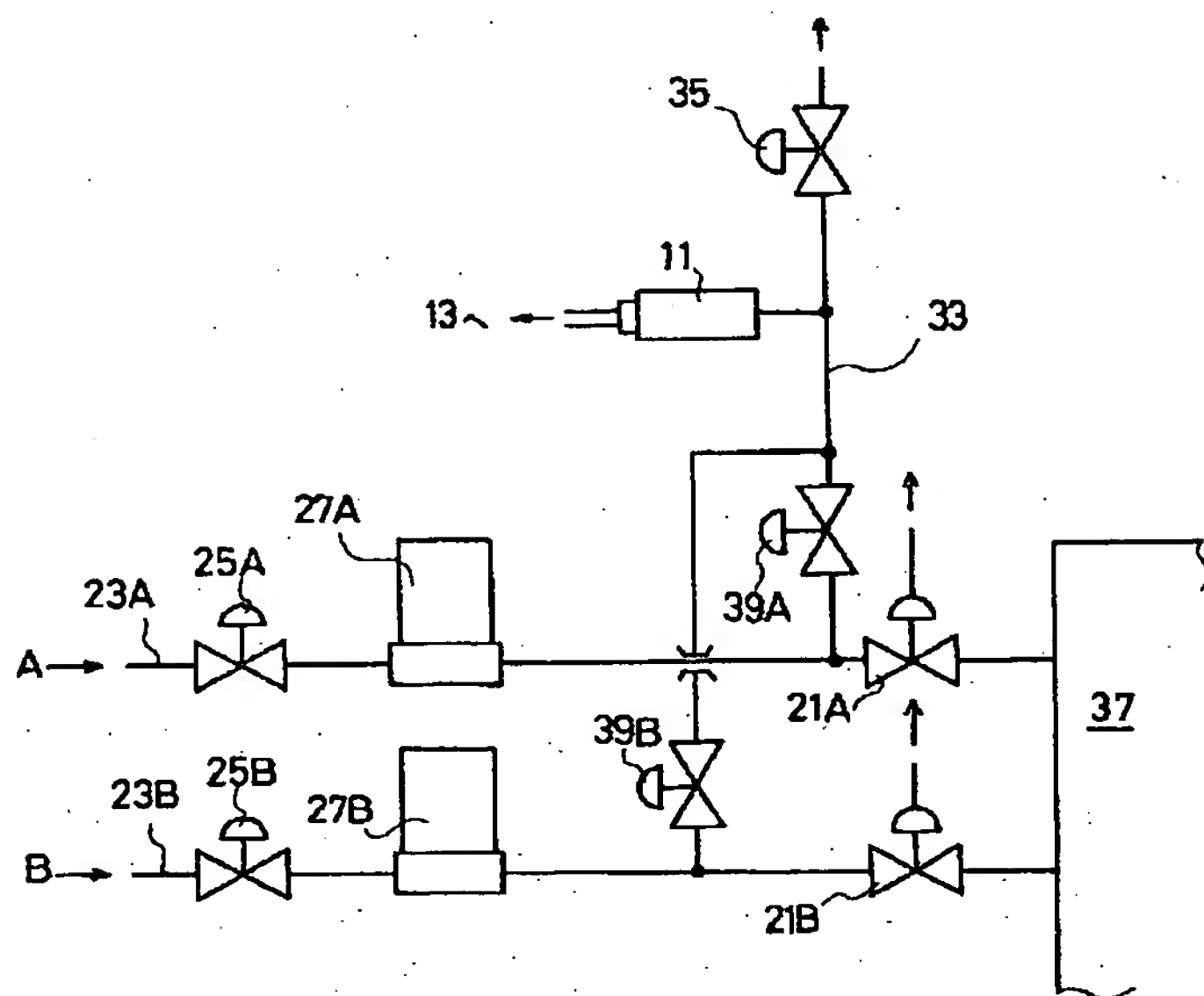
【図 13】複合的なガスシステムを示す構成図である。

#### 【符号の説明】

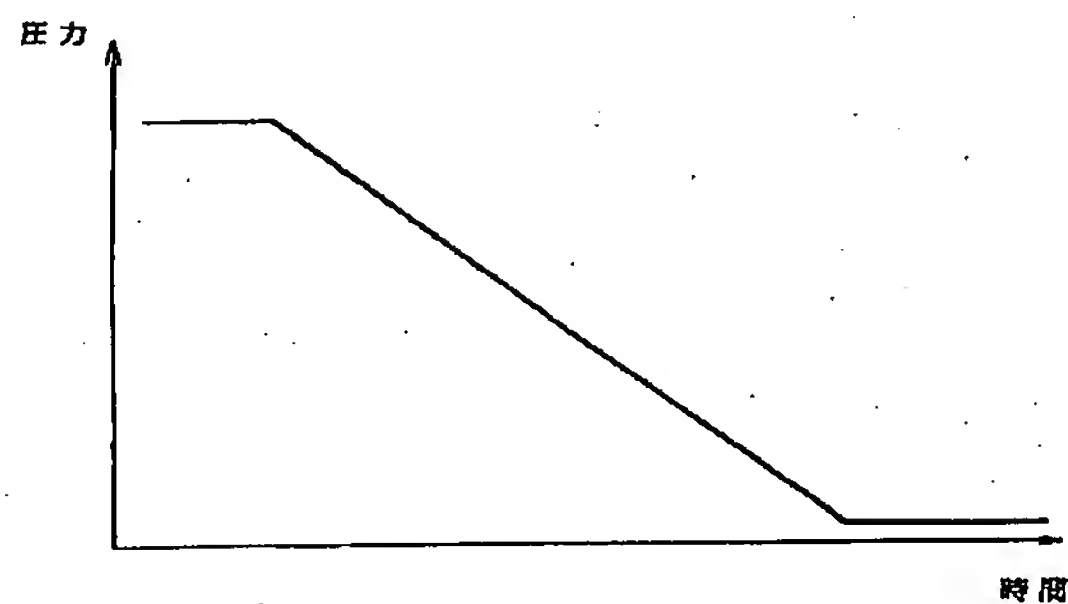
11、11A、11B	圧力センサ
13	流量モニタリングシステム
21、21A、21B	遮断弁（終段遮断弁）
23A、23B	ガスライン
25A、25B	遮断弁（第 1 遮断弁）
27A、27B	マスフローコントローラ
29A、29B	遮断弁（第 2 遮断弁）
33	ベントライン
35	遮断弁（ベント遮断弁）
37	プロセスチャンバ
41	ページライン（テストガスライン）

\*

【図 3】

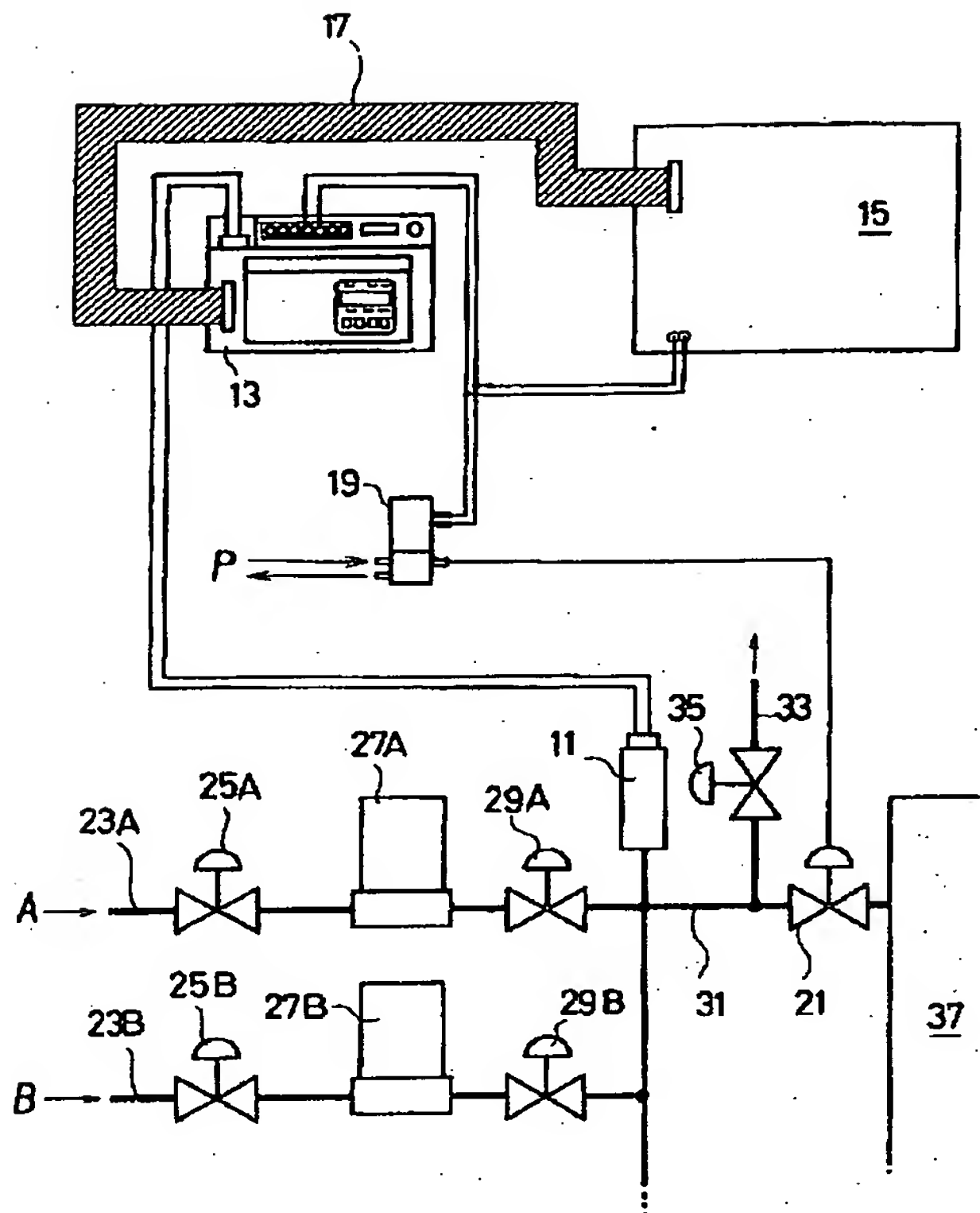


【図 6】

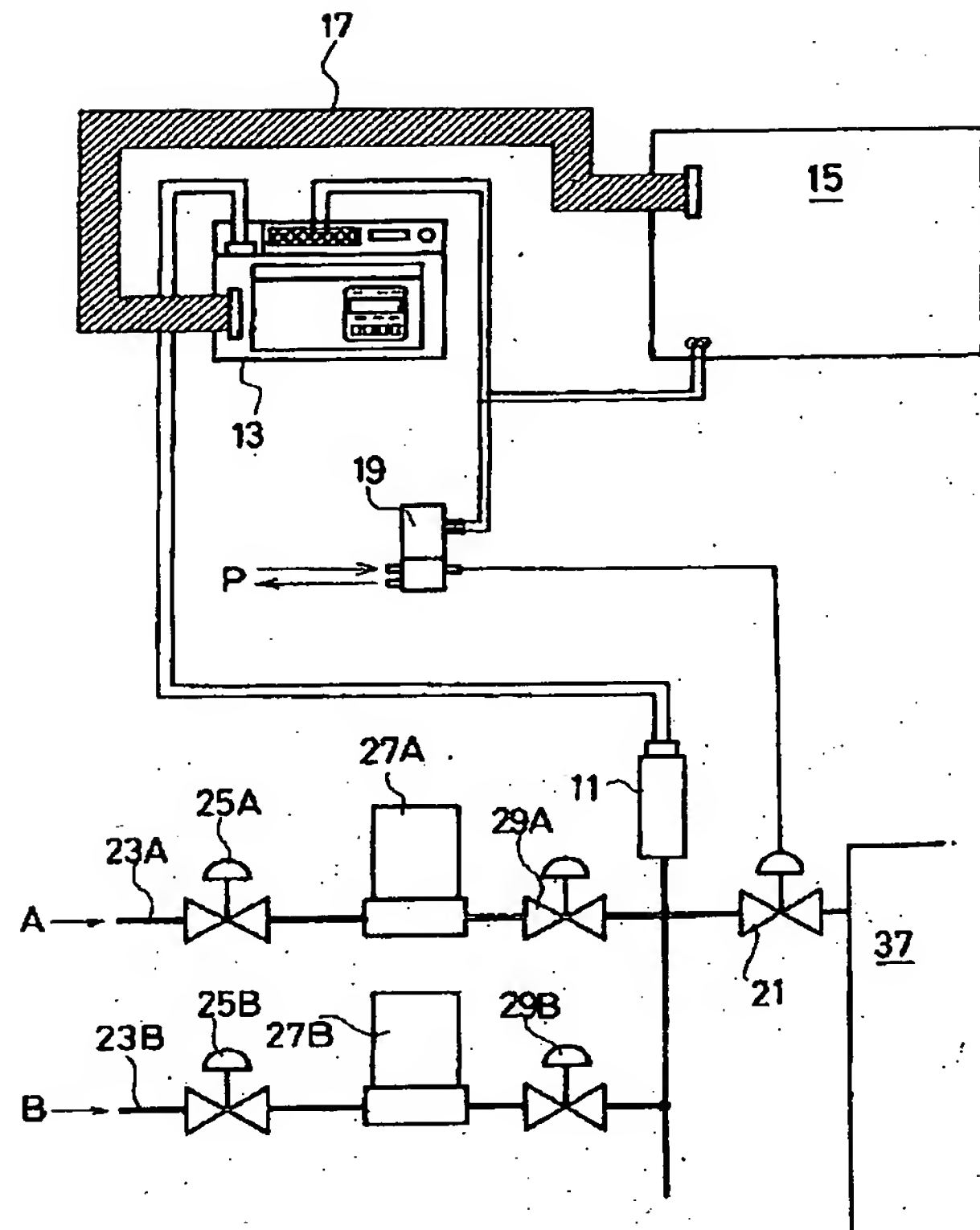




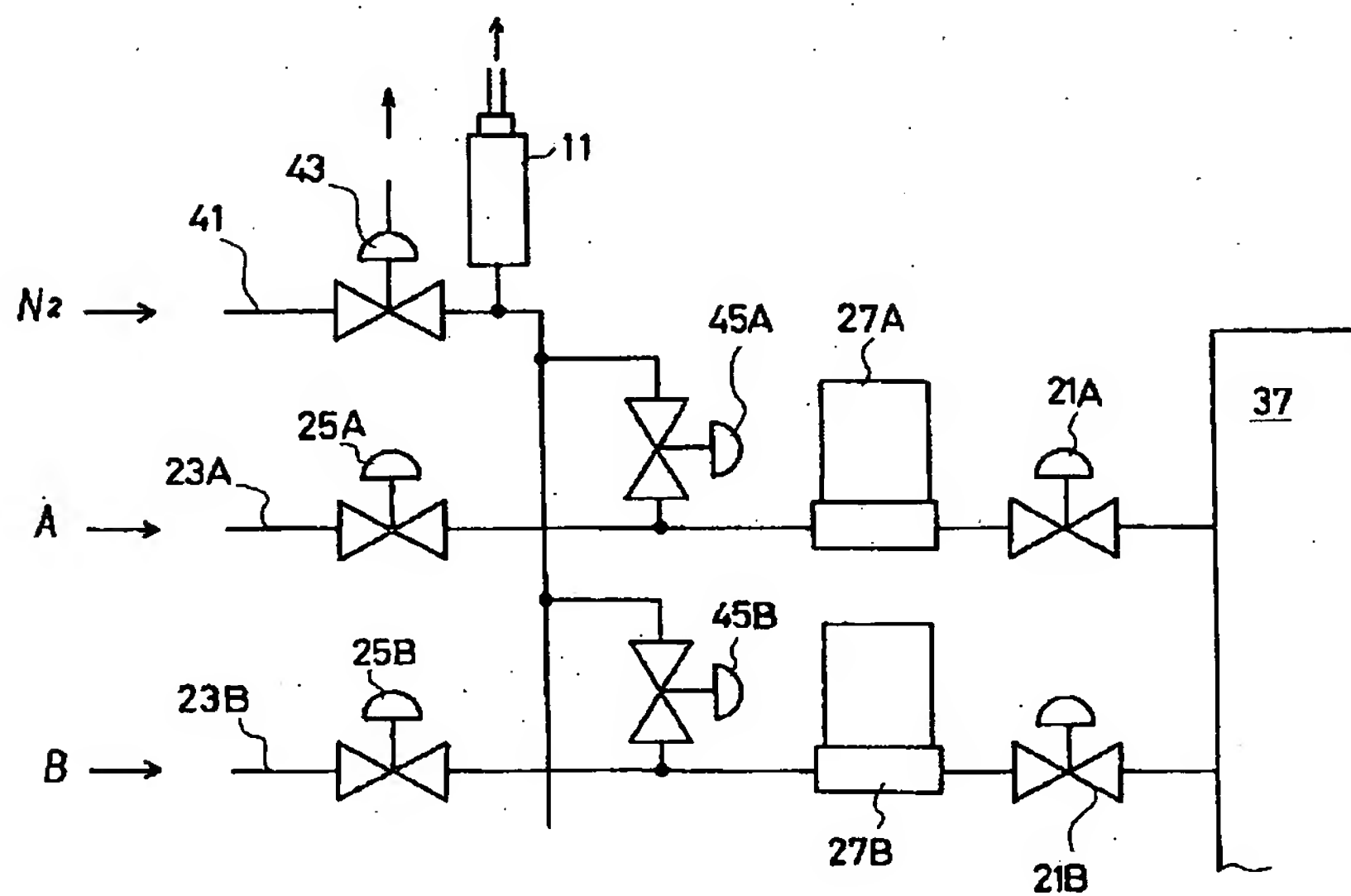
【図1】



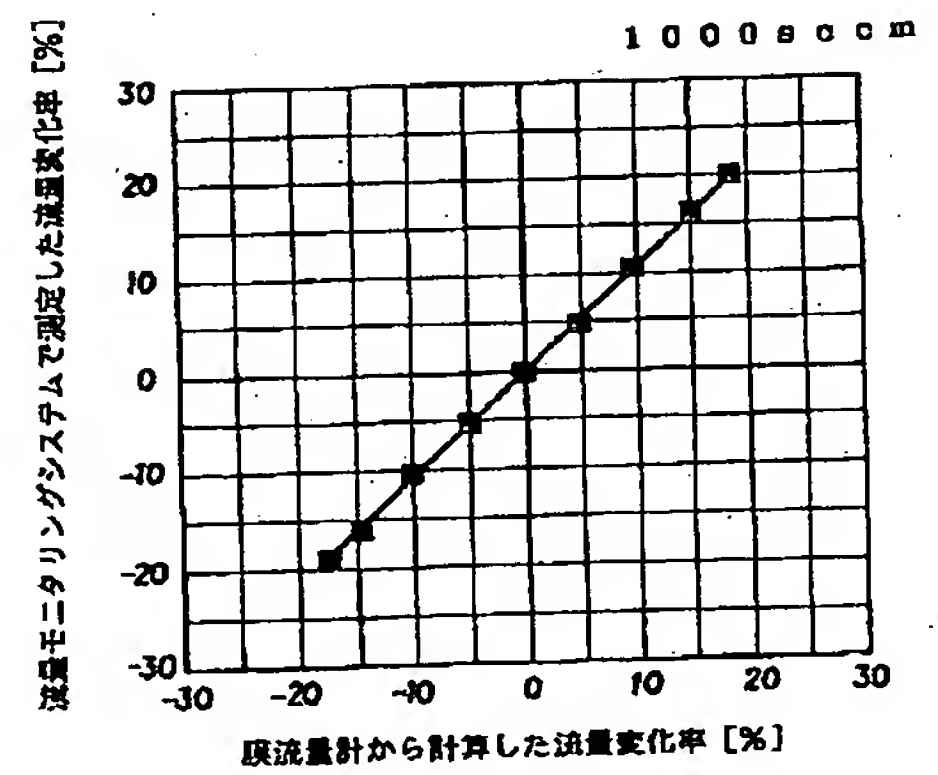
【図2】



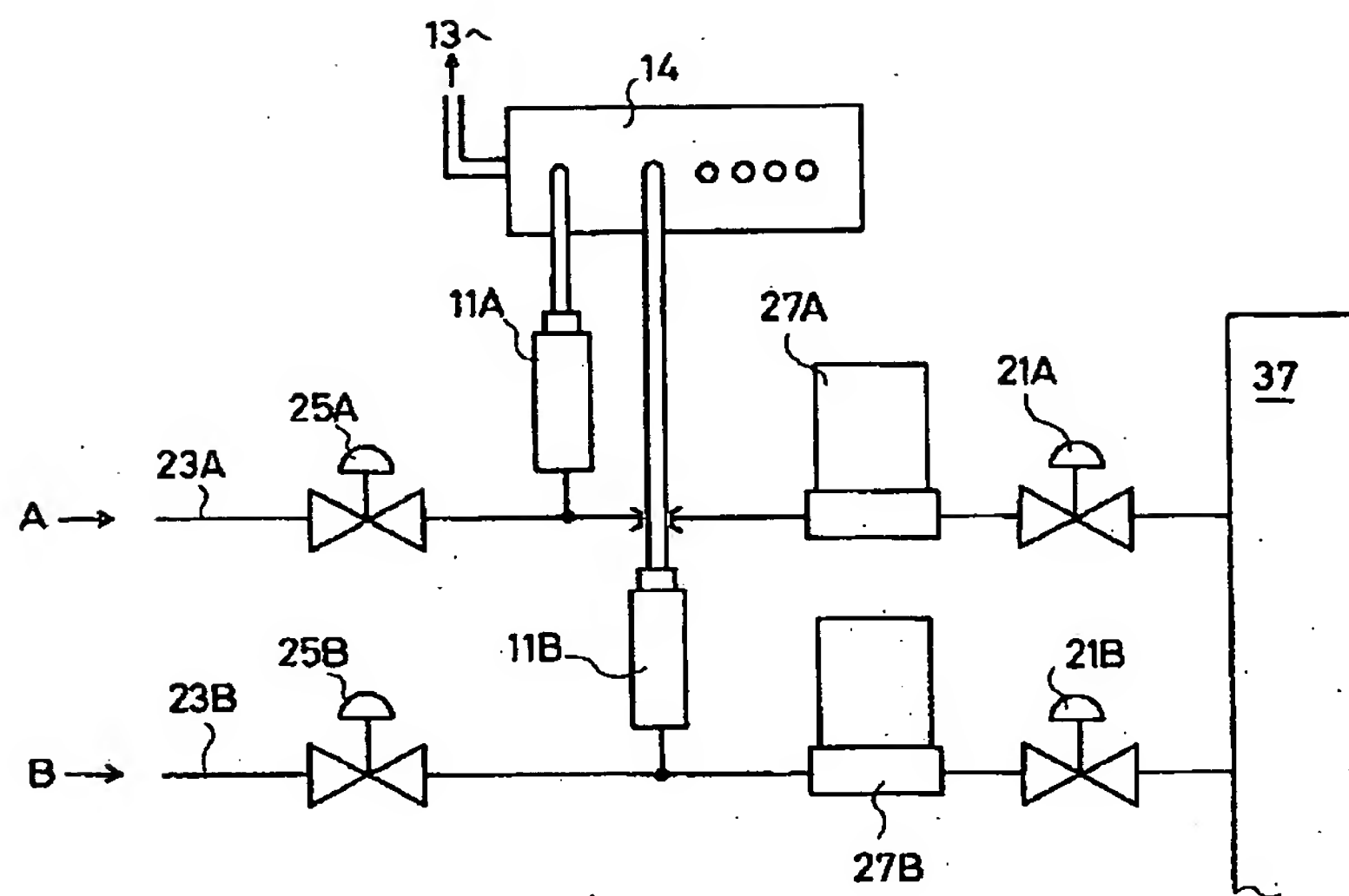
【図4】



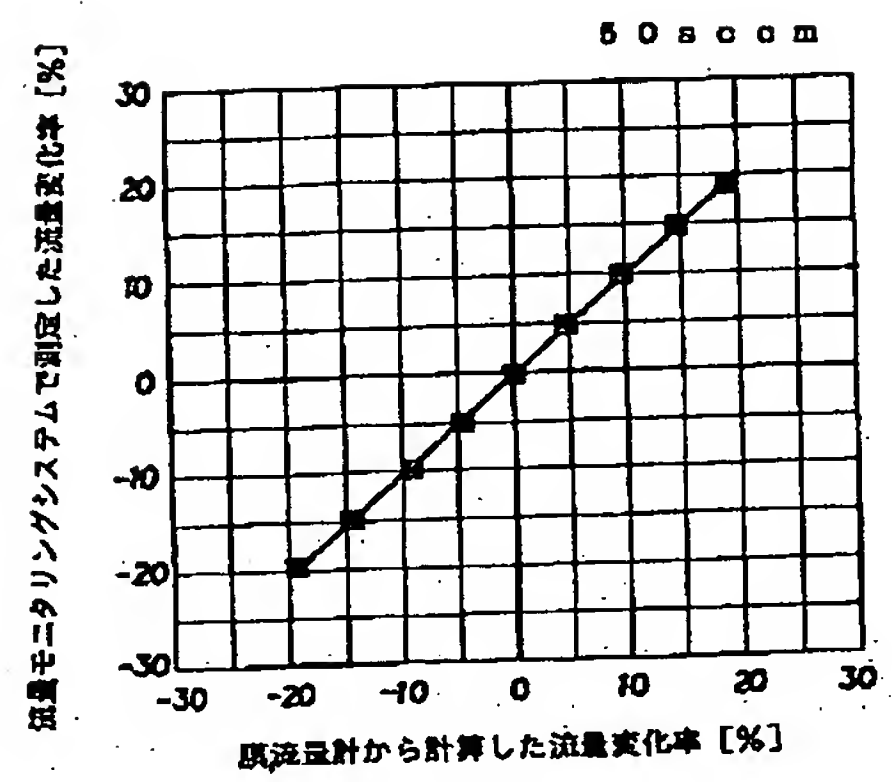
【図11】



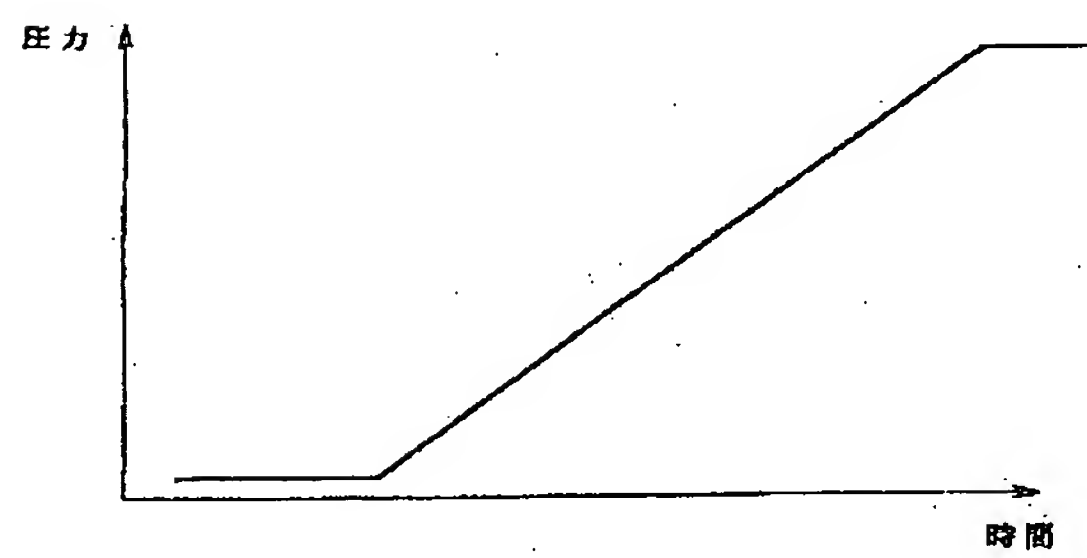
【図5】



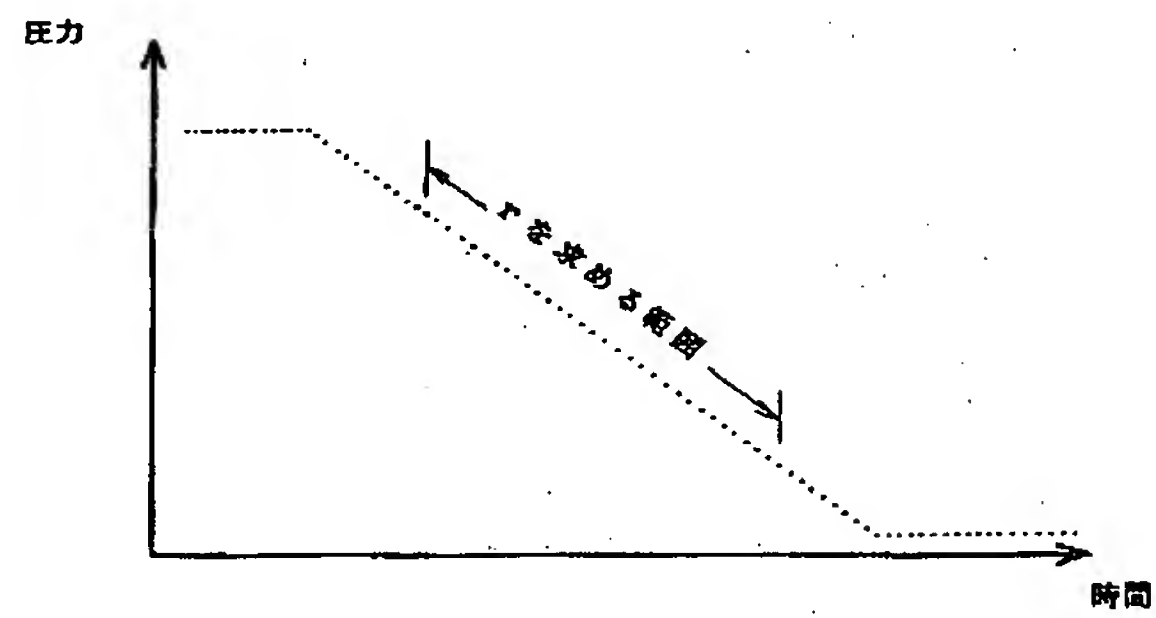
【図10】



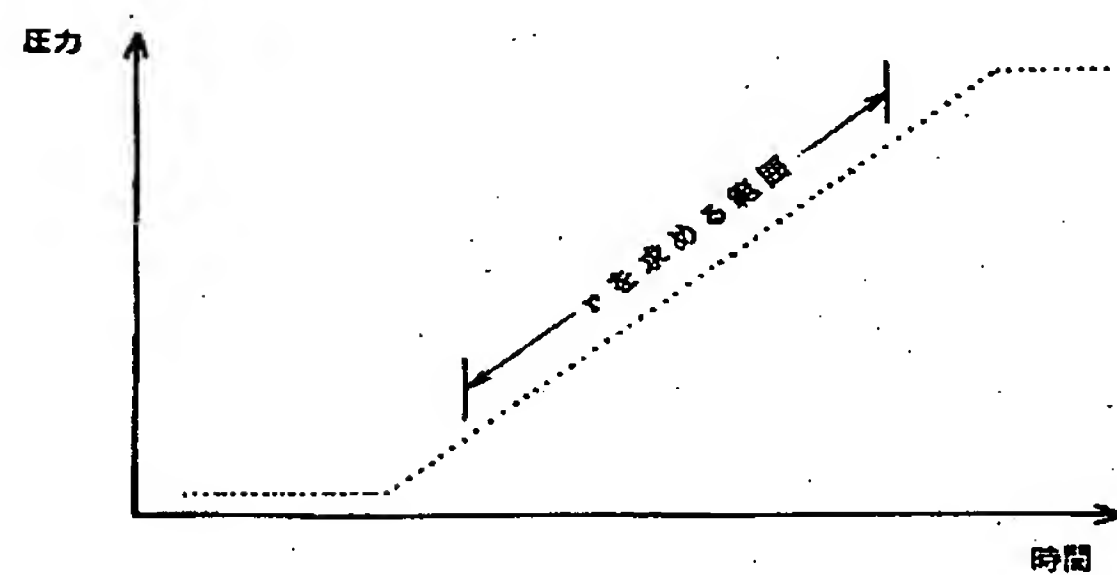
【図7】



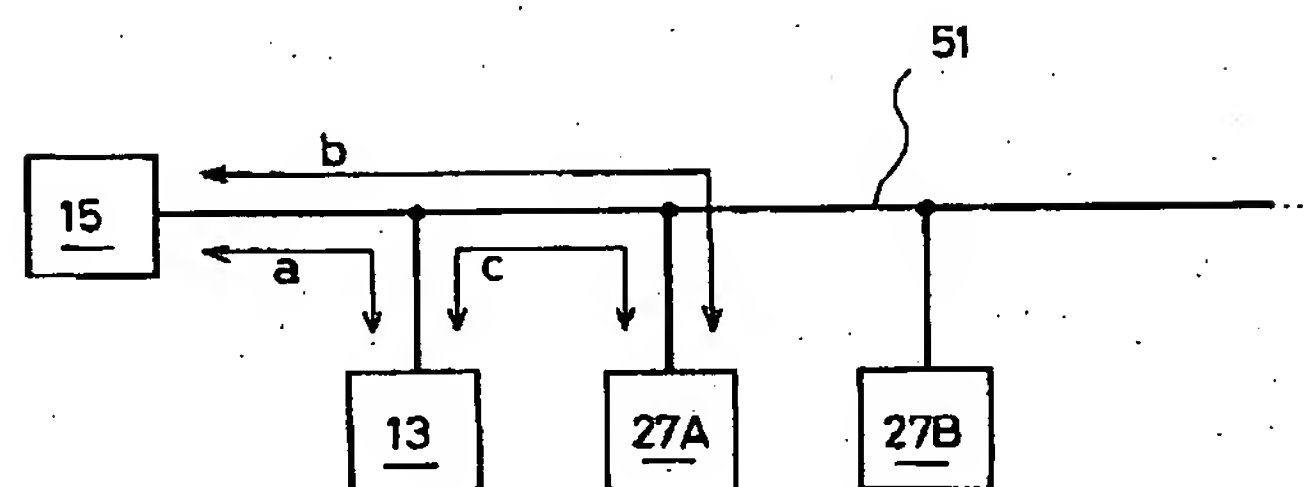
【図8】



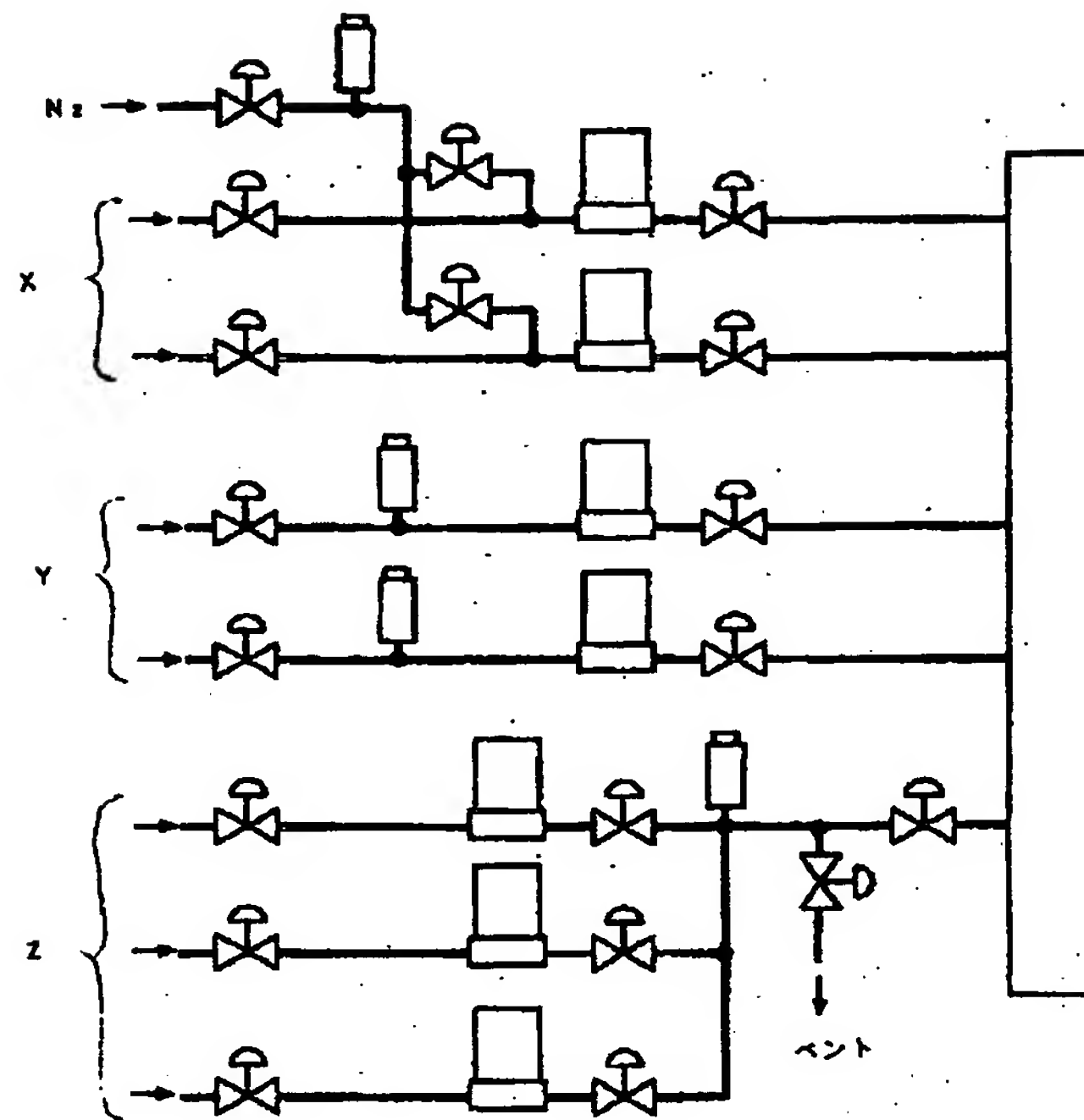
【図9】



【図12】



【図13】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**